



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**SISTEMAS DE VIRTUALIZACIÓN
DE ENTORNOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN COMPUTACIÓN

P R E S E N T A:

**ARREGUÍN REYES JOSÉ MIGUEL
FARRERA VEGA JUAN CARLOS**



**DIRECTOR DE TESIS:
M. EN C. MARÍA JAQUELINA LÓPEZ
BARRIENTOS
2015**

Ciudad Universitaria, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria Juan Carlos Farrera Vega

A todos aquellos que me han permitido tener el privilegio de concluir una formación profesional, les ofrezco mi más sincero agradecimiento.

A mis escuelas, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Facultad de Ingeniería así como al Colegio de Ciencias y Humanidades, que me brindaron tanto el conocimiento científico, así como la preparación necesaria para poder desarrollarme profesionalmente.

A mi directora de tesis, la M. en C. María Jaquelina López Barrientos, quien me permitió comenzar, desarrollar y concluir correctamente éste proyecto con su conocimiento, dedicación, paciencia y atención.

Al universo, las posibilidades y la energía misma que me brindaron la oportunidad de tener una vida y poderla dedicar a una carrera profesional científica.

A mis padres Guadalupe Vega Gradilla y Juan de Dios Farrera López, quienes además de darme la vida, me facilitaron las condiciones para poder desarrollarme íntegramente, especialmente en el ámbito profesional y académico.

A mi hermana Gabriela Itzel Farrera Vega, quien me ha acompañado desde toda su vida y me ha hecho darme cuenta de muchos de mis errores así como que éstos tienen maneras de solucionarse.

A mis abuelos, Guadalupe, Marcos y Blanca, así como mis tíos Carmen, Marcos, Salvador, Teresa, José y Rosa, quienes se han preocupado por mi bienestar y mi felicidad.

A mis primos, Ana, Hugo, Valeria, Luis, Brenda, Andrea, Ángel e Iván, quienes me enseñaron el significado de la compañía de las personas que uno estima así como descubrir con ustedes el significado de la vida, es decir la diversión.

A mis amigos, Denisse, Gabriel, Armando, Marcos, Germán y Marcelo, quienes me han apoyado en todo aquello en donde la familia no tiene posibilidades, además de haberme hecho descubrir nuevos objetivos, metas y puntos de vista que han hecho mi vida más placentera.

A las personas que puedo considerar mis primeros compañeros de trabajo: Erick, Fernando, Carmen, Saúl y especialmente a mi actual jefa Sandra Sánchez Fernández de Lara, quienes además de hacerme comprender ese equilibrio entre la teoría y el mundo real, me brindaron su amistad, comprensión, atención y apoyo, y más importante, me hicieron recuperar el entusiasmo que habría perdido en el desarrollo de mi carrera.

Sistemas de virtualización de entornos

A mi amigo y colaborador en éste trabajo, José Miguel Arreguín Reyes, quien además de apoyarme para la realización de esta tesis, me ha brindado su sincera amistad así como su apoyo en otros ámbitos de mi vida.

Adicional las personas e instituciones mencionadas, al lector <Inserte aquí su nombre>, ya que me brinda el privilegio de utilizar este trabajo como una referencia útil, ya sea para la solución de uno de sus problemas en particular, o para permitirse tener una mejor visión del mismo.

Dedicatoria José Miguel Arreguín Reyes

A mi Dios, que con fe y esperanza espiritual pude concluir mis estudios con vocación y entereza para prepararme por el futuro que me he forjado

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en su Facultad de Ingeniería, por darme las herramientas necesarias para desempeñarme en un mundo cambiante y altamente competitivo, así como los profesores que siempre dejaron en mí una lección de vida

A mi tutora de tesis, la M. en C. Jaquelina López Barrientos, cuya confianza y dedicación a éste trabajo, ha obtenido sus frutos, confiando en su criterio y amplia experiencia, gracias por todo.

A mi padre José Miguel Arreguín Quiroz, que de no haber sido por su tiempo y consejos no sería el hombre que soy y a su vez haber dejado en mí los cimientos de una persona profesionalista y dedicada, que estés muy ben en donde te encuentres papá y espero que me estés observando desde ese lugar.

A mi madre Concepción Reyes Castellanos y mis hermanas, que cuya paciencia y atención me han demostrado el lado emocional de la vida, no me cabe la menor duda que lo que decían era en pro de mi persona

A mi novia Ana Laura, cuyas palabras de aliento me reanimaron a continuar con este trabajo y a tomar nuevos retos e iniciativas. Espero que disfrutes este trabajo tanto como yo cuando me encontraba realizándolo.

A mis amigos, Emanuel, Juan Carlos, Enrique, Rodrigo, en cuya compañía me sentí la persona más afortunada en conocerlos y tener el gusto de llamarlos amigos. Que tengamos más tiempo para seguirnos conociendo como aquellos primeros días en que nos conocimos

Un agradecimiento en especial a mi amigo Juan Carlos Farrera Vega, que de no ser por él, no me estuviera presentado con este trabajo, que tus ideas lleguen alto y espero poder seguir contando con tu valiosa amistad. Gracias por la invitación a participar en este trabajo

A mis amigos, Luz Elena y Héctor, cuyos consejos me han mantenido con los pies en la tierra, concretando objetivos y mejorando día con día.

Finalmente un agradecimiento al Sr. Francisco Zúñiga y a todo el equipo del SIEM en el cual trabajé durante dos años, gracias por tus comentarios y espero que te guste esta tesis que con esfuerzo y dedicación elaboramos.

Índice

Dedicatoria Juan Carlos Farrera Vega	I
Dedicatoria José Miguel Arreguín Reyes	III
Índice	V
Introducción	3
Objetivo	9
Capítulo 1: Virtualización, definición, servicios y sistemas virtualizables	13
1.1 Tipos de virtualización.....	13
1.2 Servicios de cómputo en las instituciones.....	14
1.3 Sistemas de virtualización disponibles.....	18
1.3.1 Características de sistemas representativos.....	18
1.3.2 Selección de sistemas de virtualización.....	21
Capítulo 2: Plan de pruebas y selección de análisis	27
2.1 Objetivos de las pruebas	27
2.2.1 Selección de pruebas de rendimiento.....	27
2.2.2 Selección de pruebas de estabilidad	28
2.2.3 Características de compatibilidad	29
2.2.4 Características de seguridad.....	30
2.2.5 Características de aceptación comercial	31
2.2 Instalación y adecuación de componentes para las pruebas cuantitativas	32
2.3.1 Configuración de infraestructura	32
2.3.2 Maquetas de entornos de ejecución.....	33
Tabla 2.1 Maquetas de entornos de ejecución.....	33
2.3.3 Aplicaciones de medición de rendimiento	34
2.3.4 Aplicaciones de medición de estabilidad.....	38
2.3 Definición de los análisis cualitativos.....	38
2.3.1 Análisis de compatibilidad	38
2.3.2 Análisis de seguridad.....	39
2.3.3 Análisis comercial.....	43

Sistemas de virtualización de entornos

Capítulo 3: Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados	47
3.1 Instalación de sistemas de virtualización y entornos de ejecución	47
3.2 Ejecución de pruebas e interpretación de resultados.....	50
3.2.1 Pruebas de rendimiento y resultados.....	51
3.2.2 Pruebas de estabilidad y resultados.....	62
3.3 Análisis cualitativo.....	66
3.3.1 Análisis de compatibilidad	66
3.3.2 Análisis de seguridad	69
3.3.3 Análisis comercial	71
Capítulo 4: Metodología propuesta	83
4.1 Análisis de infraestructura.....	83
4.1.1 Infraestructura lógica	84
4.1.2 Infraestructura física.....	87
4.2 Características deseables	89
4.2.1 Rendimiento.....	91
4.2.2 Estabilidad.....	92
4.2.3 Compatibilidad.....	93
4.2.4 Seguridad	94
4.2.5 Características comerciales.....	96
4.3 Productos recomendables.....	97
Tabla 4.1 Resultados integrales de los productos analizados.....	97
Conclusión	101
Apéndice	107
Apéndice A Capas de funcionamiento de los sistemas operativos	107
Apéndice B Códigos fuente utilizados para las pruebas planteadas	108
Apéndice C Instalación y componentes de hardware	117
Apéndice D Requerimientos de instalación de hipervisores	118
Apéndice E Clasificación de empresas según su tamaño.....	122
Apéndice F Consideraciones de precios para el estudio	123

Apéndice G Clasificación de regiones según la presencia de la mayoría de los proveedores de equipos de cómputo o software	124
Referencias	127
Índice de Tablas	135
Índice de Figuras	136

Introducción

Introducción

Hoy en día cada vez hay equipos de cómputo con mayores y mejores capacidades, su grado de integración se ha visto duplicado año con año (según la ley de Moore) y además es posible disponer de una gran cantidad de dispositivos, capaces de realizar cálculos antiguamente impensables y con aplicaciones que han revolucionado la tecnología misma, las industrias del diseño, de la construcción, medicina, administración, cualquier rama de la ingeniería y hasta las ciencias exactas han tenido un cambio que avanzará a pasos cada vez más grandes y permitirá tener más beneficios en plazos cada vez más cortos.

Existen dos tendencias importantes de la computación que han hecho una gran divergencia en el estudio de la misma, por un lado, se encuentra la computación móvil, enfocada a dispositivos portátiles y la computación fija, enfocada principalmente dispositivos que soportan procesos y servicios con gran demanda de recursos computacionales.

La tendencia hacia la elaboración y comercialización de los dispositivos móviles son equipos fáciles de conseguir, con aplicaciones especialmente para la vida cotidiana, desde consultas para el clima, rutas de transporte, estados financieros y aplicaciones para monitorear el estado de salud del usuario; desgraciadamente el uso de estas tecnologías se ha trivializado, al grado de que es más fácil que una persona sepa consultar una red social, pero no puede realizar una configuración básica en su equipo personal (siendo ahora ésta una tarea sencilla y originalmente programada para este fin), independientemente de este uso, esta tendencia va en aumento ya que la gente requiere una menor especialización para utilizar dispositivos cada vez más complejos.

La tendencia hacia la elaboración y comercialización de los equipos fijos, los cuales diseñados para lograr dar solución a problemas que requieren grandes cantidades de recursos de cómputo, entre los que se encuentran:

- El diseño asistido
- Experimentación
- Simulación de circunstancias
- Control de sistemas
- Asistencia a telecomunicaciones
- Manejo y administración de grandes cantidades de datos
- Investigación y desarrollo

Éstas tendencia tecnológica ha perdido preferencia entre los usuarios mayoritarios, puesto que sólo las grandes compañías se han enfocado en desarrollar y comercializar, debido a que su objetivo es la creación de equipos con cada vez más recursos de cómputo, lo que los hace

Sistemas de virtualización de entornos

considerablemente más costosos (a pesar de su devaluación posterior), pero con capacidades cada vez mayores, satisfaciendo así, necesidades con grandes requerimientos.

Los equipos fijos por lo tanto conforman la infraestructura que permite y permitirá soportar a todos los servicios tanto comerciales e institucionales (es decir a sus equipos semejantes), como a los dispositivos de uso cotidiano (doméstico, académico o laboral) y por supuesto a los dispositivos móviles, es decir dispositivos fijos son los que permiten, soportar los manejos de las bases de datos, las grandes capacidades de almacenamiento, las aún mayores posibilidades de procesamiento, la implementación de aplicaciones críticas en entornos de alta disponibilidad e incluso proveer seguridad en entornos de red públicos y ante condiciones hostiles.

Por alguna razón que posiblemente requerirá una disertación filosófica realmente extensa (la cual no es objetivo de este trabajo de tesis), los equipos computacionales generalmente rebasan por sus capacidades, los requerimientos a los que se encuentran sometidos; los propósitos de investigación o experimentales, para los que nacieron paradigmas como la computación distribuida, son requeridos y utilizados por una minoría de usuarios, de los cuales siempre les es posible actualizarse con las novedades de tecnología en intervalos de tiempo razonablemente cortos.

A su vez, la mayoría de los equipos que se encuentran dentro de un uso básico (sin llegar a propósitos como los antes mencionados), rebasan por mucho los requerimientos para lo que son destinados, generando así una pérdida considerable tanto del uso de los equipos, como gastos innecesarios de energía y el desperdicio de equipos sobrados de recursos que en la mayoría de los casos, sólo llegan a tener un uso simple o trivial.

La solución más importante para evitar el desperdicio de recursos de cómputo, es la virtualización, es decir, la distribución de los recursos de cómputo de un sólo equipo para la satisfacción de múltiples funciones, aprovechando así al máximo los recursos del mismo. Esto se refiere a una abstracción de los recursos de cómputo, que tiene como objetivo la distribución y uso eficiente de los mismos. Esto se realiza generando recursos o entornos de ejecución independientes, los cuales obtienen recursos del entorno de ejecución original por medio de un conjunto de software y hardware también perteneciente al entorno original llamado "monitor" o "hipervisor", para lo que es pertinente considerar que existen dos tipos de virtualización:

- De recurso: administra un sólo tipo de recurso, siempre y cuando su abstracción sea factible. Por ejemplo periféricos de entrada y salida, almacenamiento o interfaces de red, por cada recurso posible de virtualizar, existen grandes cantidades de proveedores dedicados a la virtualización de recursos, incluso algunos ya se incluyen como utilidades de varios sistemas operativos.

- De entorno: Permite crear entornos de ejecución integrales que asocian varios recursos virtuales. Estos recursos deben ser suficientes para llevar a cabo una tarea compleja, la más común de ellas es soportar un sistema operativo completo.

La virtualización de entornos, al tratarse del manejo de varios recursos al mismo tiempo, presenta diferencias significativas comparando tipos y características de hipervisores de distintos proveedores, ya que el manejo de estos recursos varía completamente y muestra grandes diferencias en el momento de la comparación de resultados de la virtualización.

Las principales ventajas que se tienen en la utilización de una infraestructura virtualizada son:

- Permite hacer uso eficiente de cada equipo de cómputo
- Permite en algunos casos, reducir la cantidad de equipos necesarios para la misma cantidad de tareas
- Representa un uso eficiente de energía eléctrica
- Genera un ahorro en el licenciamiento de software
- Permite solucionar problemas de compatibilidad de software
- Los entornos virtuales tienen facilidad de respaldo y restauración
- Permite a un mismo equipo brindar diferentes servicios independientes
- Permite a un equipo ser utilizado por múltiples usuarios simultáneamente
- Los entornos pueden ser replicados fácilmente
- Los entornos pueden migrar de una plataforma (entorno, equipo) a otra siempre que los hipervisores tengan compatibilidad

Sus principales desventajas son:

- Requiere equipos con grandes cantidades de recursos (actualmente disponibles a precios razonables)
- No soporta tareas o aplicaciones con grandes demandas de recursos de procesamiento (para éstas tareas se recomienda el concepto opuesto llamado "fiscalización" o "clustering" [dataphys.org, Dic 2013], el cual asocia diferentes equipos de cómputo físicos para crear un solo entorno de ejecución con los recursos de todos los equipos)

La selección del mejor sistema de virtualización es una tarea difícil para las instituciones ya que hasta el momento no existe una referencia que los clientes puedan tomar para seleccionar el sistema de virtualización que mejor se acople a sus necesidades (en cuanto a equipos de cómputo), las cuales suelen ser principalmente:

- Provisión de servicios computacionales

Sistemas de virtualización de entornos

- Producción de información
- Procesamiento
- Almacenamiento
- Seguridad (Resguardo)
- Organización
- Difusión, entrega o transporte de información
- Compatibilidad con una infraestructura disponible
- Adaptabilidad del sistema para cambios próximos o lejanos
- Estabilidad del sistema
- Rendimiento
- Precio

Objetivo

Objetivo

Elaborar una metodología para la selección de sistemas de virtualización de entornos basándose en las necesidades principales de las instituciones o negocios cuyo giro lo requiera. Para ello elaborar una serie de pruebas y análisis de rendimiento, estabilidad, compatibilidad, seguridad, y características comerciales.

Objetivos particulares

1. Determinar las principales necesidades de las organizaciones o negocios respecto a virtualización.
2. Determinar los diferentes tipos de plataformas que se pueden virtualizar.
3. Realizar el análisis comparativo de los servicios de virtualización basándose en los rubros mencionados en el objetivo principal, rendimiento, estabilidad, compatibilidad, seguridad, y características comerciales.
4. Elaborar un estudio comparativo entre los principales sistemas de virtualización de entorno en diferentes plataformas.
5. Determinar las características mínimas necesarias para seleccionar el sistema de virtualización acorde a las necesidades en general para las organizaciones o negocios.

En el capítulo uno, se toma como punto de inicio los objetivos particulares 1 y 2, se determinan las necesidades de las organizaciones y negocios en cuanto a servicios virtualizables así como ejemplos de las diferentes plataformas de virtualización presentes en el mercado

En el capítulo dos, con el objetivo de acotar el estudio realizado, se seleccionan los productos a analizar, se determinan las infraestructuras de hardware necesarias para su funcionamiento

Como cumplimiento de objetivo particular 3, se determinan tanto las pruebas como los análisis para determinar las características mencionadas en el objetivo principal de los productos seleccionados.

En el capítulo tres, como parte de los objetivos particulares 3 y 4, se realizan las siguientes acciones:

- Se desarrollan las pruebas en cada producto seleccionado además de que se interpretan los resultados obtenidos.
- Se desarrollan los análisis planteados y se comparan las características encontradas en cada producto.

Sistemas de virtualización de entornos

En el capítulo 4, como cumplimiento del objetivo particular 5 y el objetivo general, se establece una metodología de selección de un sistema de virtualización basándose en lo siguiente:

- Los requerimientos que tienen los sistemas de virtualización en cuanto a infraestructura física y lógica, enfocándose en la satisfacción de un proyecto de virtualización.
- Las características de rendimiento, estabilidad, compatibilidad, seguridad, y características comerciales, deseables en un producto de virtualización para la selección del mismo.
- Una comparativa integral de los productos estudiados y se muestran en comparación sus características en cuanto a las pruebas y análisis elaborados

En las conclusiones, se demuestra cómo las pruebas y análisis elaborados son contundentes para el cumplimiento de los objetivos.

Se expresan e interpretan los resultados adicionales no contemplados en el planteamiento original de las pruebas, análisis elaborados.

Se brinda una opinión de la visión a futuro del presente trabajo de tesis.

Capítulo 1: Virtualización, definición, servicios y sistemas virtualizables

Capítulo 1: Virtualización, definición, servicios y sistemas virtualizables

Un sistema de virtualización cuenta con una arquitectura basada en:

- La plataforma, la cual es: la integración de todo el hardware y ocasionalmente el sistema operativo sobre el que se ejecuta el hipervisor
- El hipervisor, el cuál es el que permite llevar a cabo la virtualización y generar los entornos de ejecución o recursos virtuales
- Las aplicaciones que se ejecutarán sobre los entornos o utilizan los recursos virtualizados

1.1 Tipos de virtualización

Los hipervisores se clasifican de la siguiente manera:

- Por su nivel de abstracción, hace referencia a los tipos de recursos que requiere para su funcionamiento:
 - Por software, el cual sólo requiere de configuraciones lógicas del equipo, entre ellas un sistema operativo anfitrión, el cual administra la mayoría de los dispositivos de los entornos de ejecución huésped (figura 1.1), a este esquema de virtualización se le conoce como de "alto nivel".
 - Por hardware y software, que requiere al hipervisor situado directamente en el hardware como un sistema operativo que administra totalmente los dispositivos físicos del equipo (figura 1.1), este esquema de virtualización es conocido como de "bajo nivel".

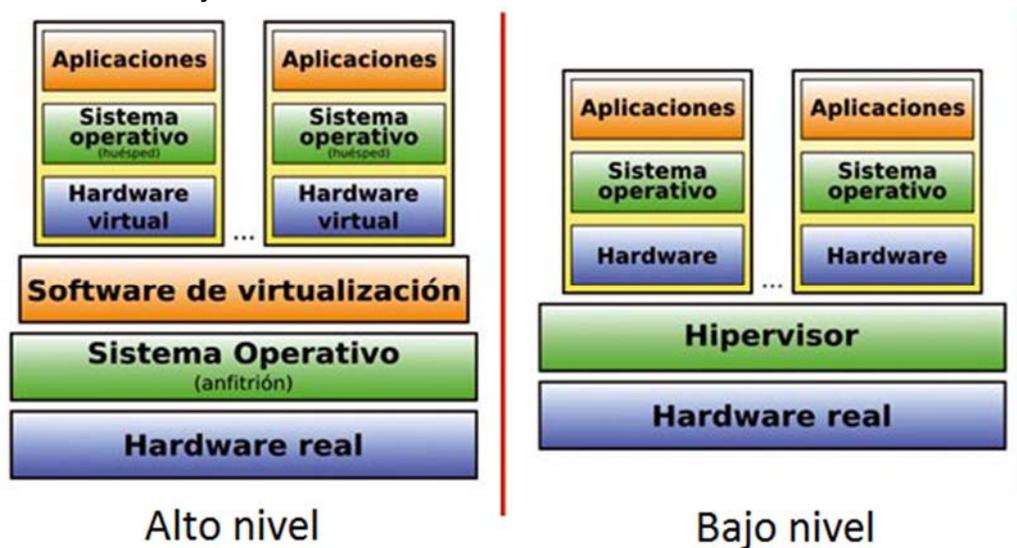


Figura 1.1 Tipos de virtualización según su funcionamiento

Sistemas de virtualización de entornos

- Por su funcionamiento externo, implica la cantidad de recursos que contendrá el resultado de la virtualización:
 - De un sólo recurso
 - De un conjunto de recursos asociados, es decir, de entornos de ejecución completos

Los sistemas de virtualización de un solo recurso varían enormemente ya que por cada recurso se tienen varias posibilidades. Esto es en cuanto a sistemas, proveedores, funcionamientos e incluso arquitecturas. Por esto, es posible realizar pruebas y análisis para cada recurso virtualizable, lo cual no es objetivo de éste trabajo.

En el momento de la selección de un sistema de virtualización, las principales diferencias se pueden observar tanto en el proveedor del sistema como en su funcionamiento interno. Es decir los tipos de recursos que utiliza del entorno de ejecución principal.

1.2 Servicios de cómputo en las instituciones

Según la norma ISO 9000-2005 [iso.org Dic 2013], una organización tiene hasta cuatro diferentes tipos de prestaciones de servicios, las cuales son:

- Sobre un producto tangible (manufactura o modificación de una entidad física)
- Sobre un producto intangible (servicio meramente operacional)
- La entrega de un producto tangible o intangible
- La creación de ambientación para el cliente (servicios agregados a un producto o servicio principal)

Estas prestaciones son completamente independientes de cualquier otra característica de los negocios o instituciones. De esta manera se considera tanto el tamaño como la dependencia de instancias (como el gobierno o empresas multinacionales).

Las instituciones y negocios de tamaños suficientemente grandes, son el principal objetivo de mercado de los servicios de cómputo. Por lo tanto, estos servicios están diseñados para atender a grandes cantidades de clientes. Requieren de infraestructuras de funcionamiento confiable, además de que requieren complementarse con otro tipo de servicios para su óptimo funcionamiento.

Los objetivos de servicio de las instituciones y negocios son auxiliados por la computación para lograr lo siguiente:

Virtualización, definición, servicios y sistemas virtualizables

- La automatización y control de producción, los cuales utilizan hardware y software con una funcionalidad muy particular y específica que no pueden ser reemplazados o emulados por componentes diferentes. Estos representan acciones físicas como resultados de su funcionamiento.
- El manejo automático y asistido de información, es decir la informática, cuyas actividades se enfocan en procesamiento, traslado, resguardo y acumulación de información. Estos sistemas son un conjunto de hardware y software derivado de producciones seriales y fácilmente adaptables de un entorno de negocio.

Los servicios brindados por la informática, son los candidatos más importantes para la virtualización, ya que, en su mayoría, se encuentran diseñados para ser utilizados sin importar las características de su entorno de ejecución. La estandarización de los sistemas computacionales ha permitido esa libertad de utilización y cada capa (ver Apéndice A) dentro de la arquitectura que se utilice, puede ser reemplazada sin afectar el funcionamiento de las capas superiores o inferiores.

Los servicios de cómputo más comunes, por lo tanto, son aquellos que permiten el manejo de la información [Teoría de la información, Dic 2013]. Como parte del proceso de la misma, ya sea su creación, transmisión, almacenamiento, acumulación, resguardo y procesamiento, es por tanto que los servicios indispensables para cualquier organización son:

1. Generación y edición, (creación de información) permiten la obtención y cambio de la información, se basa en los servicios de aplicativos del usuario final. Estas aplicaciones pueden ser accesibles tanto para los usuarios finales de los servicios como para los usuarios internos a la institución. Comprenden desde aplicaciones sencillas de captura de datos, sistemas de diseño asistido por computadora e incluso aplicaciones gráficas con grandes requerimientos. La virtualización de estos servicios es posible y redituable ya que no todas las aplicaciones tienen grandes requerimientos de recursos.
2. Procesamiento, que permite la transformación automatizada de la información, el servicio del mismo nombre se encarga de esa prestación. Éste servicio está pensado para la asociación de múltiples equipos de cómputo para la realización de tareas complejas presentes en la investigación y experimentación. No es recomendable la virtualización para satisfacer este servicio.
3. Almacenamiento: que permite la acumulación de la información, con un servicio del mismo nombre. El manejo de este servicio y recurso homónimo se suele utilizar por medio de sistemas de virtualización del recurso, ya que el almacenamiento es un servicio crítico y requiere de grandes cantidades de recursos adicionales para su funcionamiento óptimo. Por ejemplo el procesamiento, la infraestructura física y el software especializado.

4. Seguridad, (resguardo): [Seguridad informática Dic. 2013] que permite el resguardo de la información, basada en múltiples servicios que permiten cumplir sus objetivos (confidencialidad, disponibilidad, integridad) y principios (control de accesos, autenticación, no repudio y cumplimiento). a mayoría de estos servicios pueden existir en un entorno de ejecución virtualizado ya que requieren una cantidad mínima de recursos para su funcionamiento.
5. Organización, que permite ordenar la información, de la que se encargan los servicios de base de datos, la consulta de las bases de datos puede existir en un ambiente virtualizado. Sin embargo el manejador y los principales recursos para las bases de datos, tiene grandes requerimientos de recursos. Por lo tanto no se obtienen resultados adecuados al virtualizar.
6. Comunicación, que permite la difusión y distribución de la información, de la cual se encargan los servicios de red y comunicación local o remota. Algunos servicios de red pueden existir en entornos virtuales, como rutas, manejo de puertos, servicios de dominio e incluso servicios de red de cobertura mundial (world wide web). Otros servicios de comunicación requieren hardware y software especializado por lo que no es posible virtualizarlos ya que los medios físicos de transmisión son obligatorios.

La posibilidad de virtualización de estos servicios que se interpretan en el ámbito computacional y se observan en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Servicios de cómputo virtualizables

Servicio (función)	Recursos necesarios	¿Candidato a virtualización por medio de entorno?	Servicios más relevantes
Aplicaciones de acceso público (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de datos • servicios de aplicaciones • almacenamiento • red • procesamiento de audio • Procesamiento de video 	Sí, ya que estos servicios basan su funcionamiento meramente en la transferencia de datos, cuando se basan en interfaces gráficas muy complejas, los clientes requieren la instalación de software especializado, lo que permite liberar la transferencia de datos y procesamiento para este servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio HTTP • Correo electrónico • Aplicaciones de acceso a otros servicios • Servicios multimedia sobre demanda
Aplicaciones para la misma	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de datos 	Parcialmente, la mayoría de estas aplicaciones tiene	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Texto

Virtualización, definición, servicios y sistemas virtualizables

Servicio (función)	Recursos necesarios	¿Candidato a virtualización por medio de entorno?	Servicios más relevantes
organización (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento, red • Procesamiento gráfico • Procesamiento de audio • Procesamiento de video 	requerimientos mínimos de funcionamiento, especialmente la ofimática, en este caso, la virtualización permite un ahorro considerable respecto al licenciamiento, las aplicaciones de diseño y edición de formatos multimedia tienen requerimientos muy grandes	<ul style="list-style-type: none"> ○ Imágenes ○ Video ○ Audio • Programas de diseño • Programas de ofimática • Manejadores de estadísticas • Correo electrónico • Servicios de reportes
Seguridad (4)	Procesamiento, red	Sí, las aplicaciones enfocadas a la seguridad tienen un requerimiento mínimo de recursos de cómputo	<ul style="list-style-type: none"> • Antivirus • Cortafuegos • Detectores de intrusos • Mecanismos de autenticación • Mecanismos de validación de la información • Mecanismos de recuperación • Gestores de privilegios de usuarios sobre recursos
Almacenamiento (3)	Almacenamiento (recurso), procesamiento, red (opcional)	No, el almacenamiento es un servicio crítico que requiere grandes cantidades de recursos, especialmente de procesamiento y de red, por lo que se recomienda virtualizar este recurso individualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento • Réplica de información • Respaldos • Restauraciones
Procesamiento distribuido (2)	Procesamiento, red	No, el procesamiento distribuido nativamente tiene un gran requerimiento de recursos de cómputo por lo que no es virtualizable bajo ningún esquema	No aplica

Servicio (función)	Recursos necesarios	¿Candidato a virtualización por medio de entorno?	Servicios más relevantes
Comunicación (6)	Red, procesamiento	Sí, muchas de las funciones de red pueden ser emuladas por equipos con requerimientos de recursos mínimos	<ul style="list-style-type: none"> • Telefonía • Enrutamiento • Transferencia de datos • Accesos remoto
Bases de datos (5)	Almacenamiento, Procesamiento, red	Parcialmente, el motor de búsqueda y consultas requiere grandes cantidades de procesamiento, pero los clientes y aplicaciones que la requieren son virtualizables	<ul style="list-style-type: none"> • Administración • Consulta

1.3 Sistemas de virtualización disponibles

1.3.1 Características de sistemas representativos

Los servicios de virtualización actuales cuentan con una gran variedad de proveedores y funcionamientos internos, se han identificado a manera de ejemplificación los siguientes productos:

- Hipervisor: VMware (Workstation, server, vSphere).
 - Proveedor: VMWare
 - Versión al 2013: VMware workstation 10, VMware SERVER 2.0.2 y VMware vSphere 5.5
 - Requerimientos:
 - Procesador: arquitecturas x86, soporte para LAHF/SAHF en modo extendido a 1.3GHz o superior
 - Memoria RAM: 2GB o superior
 - Almacenamiento: 1.5GB más lo necesario para los entornos virtuales
 - Específicos o adicionales: tarjeta gráfica externa de 512 MB o superior (Para virtualizar entornos con gráficos detallados).
 - Nivel de Abstracción: Hardware
- Hipervisor: Microsoft Enterprise Desktop Virtualization

Virtualización, definición, servicios y sistemas virtualizables

- Proveedor: Microsoft
- Versión al 2013: No aplica.
- Requerimiento:
 - Sistema operativo Windows 7 (Versión 2), Windows XP con paquete de servicios 3 a 32 bits (Versión 1)
 - Procesador: Intel, AMD o VIA
 - Memoria RAM: 2 GB o superior
 - Almacenamiento: 20 MB más lo necesario para los entornos virtuales
 - Específicos o adicionales: BIOS compatible con esta tecnología
- Nivel de Abstracción: Hardware y Software

- Hipervisor: Oracle VM Virtual Box
 - Proveedor: Oracle
 - Versión al 2013: 4.2.18
 - Requerimiento:
 - Procesador: x86 a 1.33Ghz o superior
 - Memoria RAM: 1GB o superior
 - Almacenamiento: 100MB más el ambiente a virtualizar
 - Específicos o adicionales: ninguno
 - Nivel de Abstracción: Software

- Hipervisor: Parallels Desktop
 - Proveedor: Parallels
 - Versión al 2013: 9
 - Requerimiento:
 - Procesador: Intel Core 2 Dúo o superior
 - Memoria RAM: 4 GB
 - Almacenamiento: 700 MB más 15 GB para el sistema operativo adicional
 - Específicos o adicionales: Conexión a Internet para prestaciones y actualizaciones de software. Sistema operativo MAC OS X o superior
 - Nivel de Abstracción: Software

- Hipervisor: OpenVZ
 - Proveedor: Parallels
 - Versión al 2013: 2.7.0-8
 - Requerimiento:
 - Procesador: Pentium II o superior
 - Memoria RAM: 128 MB
 - Almacenamiento: 4GB de espacio libre en disco

Sistemas de virtualización de entornos

- Específicos o adicionales: Tarjeta de red Intel EtherExpress100. Sistema operativo Red Hat Enterprise Linux 3 o 4, Fedora Core 3 o 4 o CentOS 3.4 o 4
 - Nivel de Abstracción: Software

- Hipervisor: Oracle VM
 - Proveedor: Oracle
 - Versión al 2013: 3.2
 - Requerimiento:
 - Procesador: Soporte para 64 bit a 1.83 GHz
 - Memoria RAM: 6GB con memoria SWAP de 2.1GB
 - Almacenamiento: 7GB en espacio en disco
 - Específicos o adicionales: Soporte para manejadores de bases de datos, exploradores web como Mozilla Firefox 3.5 o superior, Microsoft Internet Explorer 7.0 o superior; Apple Safari 5.0 o superior; Google Chrome 1.0 o superior. Sistema operativo Oracle Linux 5 actualización 5 64-bit superior
 - Nivel de Abstracción: Hardware y Software

- Hipervisor: XenServer
 - Proveedor: Citrix
 - Versión al 2013: 6.2.0
 - Requerimiento:
 - Procesador: Soporte para 64 bit a 2GHz, múltiples núcleos
 - Memoria RAM: 4GB
 - Almacenamiento: 60GB de espacio en disco
 - Específicos o adicionales: Tarjeta de red Intel EtherExpress100 o capaz de soportar gigabit Ethernet
 - Nivel de Abstracción: Hardware y software

- Hipervisor: Microsoft Virtual PC
 - Proveedor: Microsoft
 - Versión al 2013: 6.1.7600.16393
 - Requerimiento:
 - Procesador: AMD Athlon Dual Core X2 a 1.50 GHz o superior
 - Memoria RAM: 2GB
 - Almacenamiento: 2GB de espacio en disco
 - Específicos o adicionales: tarjeta de video de 64MB o superior, no soporta sistemas operativos Windows 7 o superior. Conexión a Internet
 - Nivel de Abstracción: Software

Virtualización, definición, servicios y sistemas virtualizables

- Hipervisor: Oracle Solaris Zones
 - Proveedor: Oracle
 - Versión al 2013: 11.1
 - Requerimiento:
 - Procesador: Únicamente para 64 bit a 2GHz, múltiples núcleos
 - Memoria RAM: 1.5 GB
 - Almacenamiento: 7GB de espacio en disco
 - Específicos o adicionales: ninguno
 - Nivel de Abstracción: Software

- Hipervisor: Oracle Solaris Logical Domains
 - Proveedor: Oracle
 - Versión al 2013: 11.1
 - Requerimiento:
 - Procesador: Únicamente para 64 bit a 2GHz, múltiples núcleos
 - Memoria RAM: 8 GB
 - Almacenamiento: 7GB de espacio en disco
 - Específicos o adicionales: ninguno
 - Nivel de Abstracción: Hardware

- Hipervisor: Citrix
 - Proveedor: Citrix
 - Versión al 2013: 11.9.0
 - Requerimiento:
 - Procesador: Únicamente para 64 bit a 2GHz, múltiples núcleos
 - Memoria RAM: 512 MB
 - Almacenamiento: 3.2GB de espacio en disco
 - Específicos o adicionales: Instalar el programa XenApp 6.5
 - Nivel de Abstracción: Hardware y Software

1.3.2 Selección de sistemas de virtualización

La selección de los sistemas de virtualización más significativos en lo que se refiere a proveedor, es una tarea complicada. Puesto que éstos sólo manejan superficialmente, su información de manera publicitaria y comercial. Por tanto, un proveedor nunca menciona las características de sus competidores, lo que también se convirtió en uno de los principales problemas de los clientes potenciales de estos productos.

Actualmente existen estudios realizados por una institución llamada "Gartner" [Gartner Ago. 2014], la cual sólo muestra los resultados de sus estudios en un cuadrante en el que califica a los proveedores según su visión y ejecución de sus productos. A éstos los califica como líderes, competidores, visionarios y participantes del nicho (considerables). En este estudio se presentan

los principales proveedores de productos y servicios de computación. Ésta escala es una de las principales referencias utilizadas por las instituciones en el momento de la selección de un producto (otro parámetro más considerado es el costo). Ésta selección no implica que el sistema seleccionado será el mejor adaptado a la necesidad del cliente, pero es una referencia importante. Por lo tanto, el presente trabajo considera como parte del criterio de selección a los proveedores más representativos entre los clientes.

En la figura 1.2 se muestra la tabla de Gartner (tomada de su página) resultado de su análisis vigente a junio 2013, el cual es la principal referencia a nivel mundial de proveedores de virtualización y principales selecciones de los clientes institucionales.

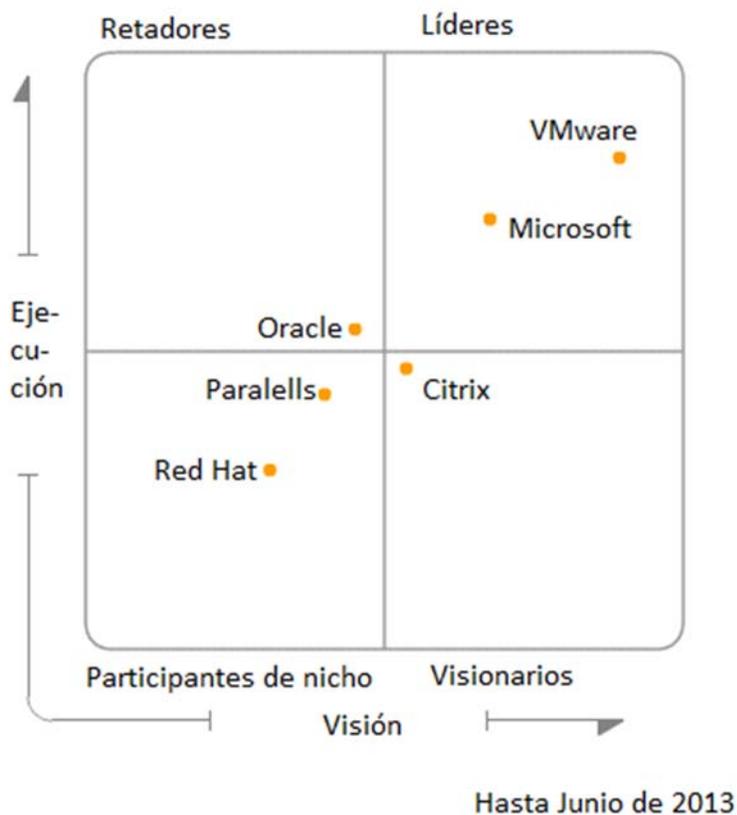


Figura 1.2 Cuadrante de Gartner de proveedores de virtualización al 2013

La selección de una muestra considerable para este estudio se considera eligiendo una variedad de funcionamientos de productos, de los cuales, se encuentran en cuadrantes diferentes y además tendrán un nivel de abstracción semejante, permitiendo así realizar una comparativa pequeña pero significativa.

Virtualización, definición, servicios y sistemas virtualizables

Debido a que se encuentran en el cuadrante de líderes o muy cercanos al mismo, los proveedores y productos seleccionados para este estudio son:

- Microsoft, con su producto embebido en el sistema operativo Windows: Hyper V-V con nivel de abstracción bajo.
- Oracle, con su producto embebido en Solaris 10 y 11, el manejador de “Dominios lógicos” y nivel de abstracción bajo
- VMWare, con su producto más significativo, vSphere, con nivel de abstracción bajo
- Citrix, con su producto XenServer y nivel de abstracción bajo

Capítulo 2: Plan de pruebas y selección de análisis

Capítulo 2: Plan de pruebas y selección de análisis

2.1 Objetivos de las pruebas

Para conocer cada característica revisada en éste trabajo, se realizan una serie de pruebas y análisis que permiten diferenciar entre un sistema de virtualización y otro.

El rendimiento, la estabilidad, la compatibilidad, la seguridad, y características comerciales son las características que se consideran más relevantes para la selección de un sistema de virtualización. El objetivo, desarrollo y pruebas o análisis realizados se detallan a continuación.

2.2.1 Selección de pruebas de rendimiento

El rendimiento de un sistema hace referencia a la eficacia (la posibilidad de lograr un objetivo definido) y la eficiencia (posibilidad de obtener un objetivo utilizando la mínima cantidad de recursos).

Algo indispensable para la selección de un sistema de virtualización, es la medición del rendimiento. Ésta medición se puede realizar de dos maneras, empírica y científica, ambas maneras expresarán resultados en términos cualitativos y cuantitativos respectivamente.

La medición cualitativa consta de la ejecución del servicio seleccionado en un entorno con recursos limitados y se califica por algunos usuarios con puntos de vista subjetivos. Esta medición no se toma en cuenta para este estudio ya que se busca un resultado concreto y comparable.

La medición cuantitativa, utiliza software diseñado especialmente para medición del rendimiento de las características críticas más importantes de los entornos de ejecución generados. Se encarga de generar un conjunto de datos que permitan realizar una discriminación respecto a los recursos.

Un equipo de cómputo [Equipo de cómputo Dic 2013], por definición, es un dispositivo capaz de recibir datos, procesarlos y generar un resultado. Éste puede o no almacenarse para su consulta interna o externa posterior, por lo tanto los recursos más relevantes a analizar y la manera en la que se cuantifican son:

- Procesamiento, el cual se mide por medio de un algoritmo matemático repetitivo finito e igual para todos los entornos. El resultado será el tiempo de procesamiento de dicho algoritmo.
- Almacenamiento, cuantifica la velocidad de almacenamiento en los entornos virtuales por medio de un proceso repetitivo de escritura. El resultado es el tiempo en el que este programa tarda en escribir una cantidad considerable de información en un archivo (igual para todos los entorno).

- Red, cuantifica el manejo de la transferencia de información de los entornos; la prueba consta en la transferencia de una cantidad considerable de datos por medio de una aplicación contenida en los entorno de ejecución (ftp). Considerando el resultado como el tiempo de la transferencia de estos datos.
- Memoria volátil que consta de un programa monitor del uso de la memoria volátil, durante un proceso de un segundo programa. El resultado será una gráfica que permitirá observar el uso de la memoria volátil del programa ejecutándose con respecto al tiempo.

Éstas aplicaciones se desarrollaron utilizando programas contenidos en los sistemas operativos, ya que estos utilizan operaciones que realizan cambios directamente en el sistema sin aplicaciones intermedias. Esto asegura la independencia del procesamiento de los mismos con respecto a algún otro programa que pudiera ejecutarse durante esa prueba (el entorno gráfico, por ejemplo).

2.2.2 Selección de pruebas de estabilidad

La estabilidad [Estabilidad Dic 2013] de un sistema computacional, es la propiedad de un sistema de presentar una cantidad de fallos por debajo de un umbral conocido, si éstos fallos se presentaran, también implica una integridad tolerable tanto del sistema como de los recursos que éste utiliza.

La estabilidad es uno de los parámetros más importantes de los sistemas computacionales (incluyendo los sistemas de virtualización) ya que es una característica que fomenta la disponibilidad del servicio.

Éste parámetro es uno de los más críticos para aplicaciones con gran demanda de recursos o grandes cantidades de usuarios. De su funcionamiento generalmente dependen las aplicaciones críticas de cualquier institución o negocio.

La estabilidad es cuantificable por medio de una series de pruebas llamadas de estrés, las cuales implican la exposición al funcionamiento principal del sistema a una carga de trabajo considerablemente elevada. Esta prueba permite conocer un tiempo de colapso del sistema en cuestión y éste varía según la cantidad de carga de trabajo que pueda soportar. Las pruebas pueden ser aplicadas una o varias veces con procedimientos idénticos o diferentes pero con el mismo objetivo.

El conocimiento de la estabilidad de un sistema es posible determinarlo por medio de los resultados de un análisis de los parámetros más críticos de un entorno de ejecución. Es decir, el manejo del procesador y la memoria volátil, el sometimiento a un uso intensivo de éstos recursos son los principales factores causales de fallos en un sistema. Por lo que un análisis de estrés a estos recursos permite cuantificar la estabilidad de un sistema

2.2.3 Características de compatibilidad

La compatibilidad [Compatibilidad Dic 2013] es la capacidad para un producto de hardware o software de adaptarse a diferentes productos con diferentes tecnologías para poder cumplir una función operando en conjunto. Por lo tanto, la compatibilidad es un parámetro indispensable tanto para el hardware como para el software ya que permite que una solución esté completamente adecuada o no a la infraestructura con la que se cuenta. Ésta infraestructura generalmente se selecciona basándose en las necesidades fundamentales de la organización que la adquiere, por lo que, cuando existen nuevas necesidades, se requieren nuevas soluciones adecuadas a la infraestructura.

Los sistemas de virtualización se encuentran en un punto crítico respecto a la compatibilidad. Estos, al ser el enlace entre las aplicaciones de uso final y la infraestructura de hardware, presentan la dificultad de adaptarse para el correcto funcionamiento, tanto del hardware anfitrión como el software de las aplicaciones y servicios que éste requiere. Los principales problemas de compatibilidad que se encuentran son:

- Los sistemas operativos que se pueden virtualizar, es decir los entornos de ejecución que se pueden generar con un sistema.
- Los requerimientos de hardware y software que tiene el sistema de virtualización para su funcionamiento.
- La granularidad para la administración de los recursos que el sistema de virtualización utiliza.
- La posibilidad que brinda para adaptarse a aplicaciones compatibles con otras tecnologías (parte de los objetivos principales de la virtualización).
- La adaptabilidad del sistema de virtualización para el cambio o migración de tecnologías tanto con tecnologías paralelas, de generaciones anteriores y de nuevas generaciones.

Las principales características de compatibilidad de un sistema de virtualización dependen principalmente de la plataforma en la que éste se encuentra funcionando. Debido a que la configuración física del entorno real de ejecución no puede presentar cambios ya que implicaría un cambio de hardware.

El objetivo de contar con ciertos entornos de ejecución, es decir, las aplicaciones y servicios que requiere la institución que implementa el sistema, también son uno de los principales argumentos para los posibles problemas de compatibilidad, ya que la compatibilidad entre los entornos de ejecución y las aplicaciones de uso final son unos de los principales requerimientos para la selección del mismo.

El análisis de compatibilidad puede realizarse en dos direcciones según la arquitectura que se tiene en un sistema de virtualización: la primera es comenzando por el hardware hasta llegar a

las aplicaciones del servicio que se desean brindar, la segunda, comenzando con los servicios de cómputo requeridos hasta llegar al hardware necesario para su funcionamiento.

De estas dos posibilidades, se considera más relevante comenzar por las aplicaciones y servicios que se desean brindar, puesto que, son el objetivo del uso de un sistema computacional que puede involucrar un sistema de virtualización. Por lo que éstos últimos jugarán un papel crítico para la interacción entre el hardware y el entorno de ejecución necesario para el funcionamiento eficaz de los servicios requeridos.

2.2.4 Características de seguridad

La seguridad de un sistema de cómputo se define como el cumplimiento de tres objetivos principales que la conforman, que son [Seguridad informática Dic. 2013]:

- Confidencialidad de la información (Sólo los emisores y receptores autorizados pueden conocer la información utilizada).
- Disponibilidad de la información (La información se encuentra útil durante la mayor cantidad de tiempo posible para su consulta en tiempo y forma).
- Integridad de la información (la información utilizada no es alterada por ninguna clase de factores o entidades ajenos de manera no autorizada).

Basándose en tres principios (con uno adicional recientemente considerado por algunos autores):

- Autenticación: se considera conocer a toda a aquella entidad que solicita el uso de la información.
- Control de acceso: sólo aquellas entidades autorizadas pueden realizar un cambio y utilizar la información.
- No repudio: es posible determinar a todos aquellos que utilizan la información pero para éstos es imposible negar sus acciones.
- Cumplimiento: que se asegure la implementación tanto de los objetivos como de los principios por parte de aquellos que la implementan.

Las características de seguridad en una arquitectura de virtualización, depende de lo siguiente:

- Las características intrínsecas del hipervisor de virtualización
- Las característica de:
 - El sistema anfitrión
 - Las aplicaciones y servicios
- La interacción entre las características y funciones de seguridad de cada elemento de la arquitectura

2.2.5 Características de aceptación comercial

La selección de un producto o servicio cualquiera no sólo se ve afectada por las características del mismo, adicional a estas características, todo producto tiene una aceptación con su público objetivo, el cuál define si dicho producto es exitoso o no. Este parámetro sólo puede definirlo el público consumidor.

Muchos de los productos para sistemas de virtualización han tenido gran éxito comercial debido varias condiciones, que incluyen: la aceptación de las compañías que los proveen, las recomendaciones de proveedores afines a los proveedores titulares de los sistemas, utilización en los grandes entornos comerciales o institucionales como servicios financieros, ventas al por menor, dependencias gubernamentales, proveedores de servicios a niveles nacionales o transnacionales, e incluso el prestigio tanto de los sistemas como de los proveedores. Estas influencias son las principales causas de una selección de un sistema de virtualización sin un previo análisis para las necesidades del entorno en el que se implementan.

Afortunadamente es posible consultar la mayoría de las características que determinan la selección de un sistema de virtualización por parte de las organizaciones.

Las características que pueden ser consultadas directamente con el proveedor (directo o indirecto) de un producto de virtualización son:

- El costo monetario del producto (sin tomar en cuenta el soporte)
- La garantía y soporte
- Los costos referidos al mantenimiento
- Documentación técnica disponible
- Capacitación para la utilización (básica y avanzada)
- Estándares asociados a empresas e instituciones con giros semejantes

Las características que pueden ser consultadas en foros, páginas de internet y artículos referentes a encuestas y comparativas de los productos de virtualización son:

- La referencia del producto por parte de proveedores ajenos
- La popularidad del proveedor principal
- Presencia en el mercado
- Las reseñas consideradas por usuarios mayoritarios o minoritarios

También es posible conocer en los mismos medios, algunas de las características (no listadas anteriormente) intrínsecas a los sistemas de virtualización necesarias para una aceptación por parte de los usuarios, los cuales incluyen:

- Facilidad de instalación
- Facilidad de administración (básica y avanzada)
- Administración remota
- Características de innovación
- Escalabilidad

2.2 Instalación y adecuación de componentes para las pruebas cuantitativas

El planteamiento de cada entorno de pruebas adecuado es un poco abstracto para resolverse, pero tomando en cuenta los requerimientos más altos de los entornos de virtualización seleccionados (Ver apartado Capítulo 1 sección 1.3), es posible crear un entorno de pruebas semejante para todos los sistemas seleccionados. Además, se toma en cuenta un ajuste pequeño de los requerimientos mínimos para cada entorno de ejecución virtual creado, lo que simula ser un entorno más robusto expuesto a un estrés semejante.

2.3.1 Configuración de infraestructura

La infraestructura necesaria para estas pruebas consta de varios sistemas con arquitecturas diferentes. Adicional a esto, es necesario instalar los hipervisores que se eligieron (capítulo 1, sección 1.3.2), por lo que los servidores utilizados son:

- Sun Blade T5120 SPARC, diseñado para soportar el sistema operativo Solaris 10 y 11 cuyas características son:
 - Procesador: Ultra SPARC a 1.4GHz 8 núcleos con 8 hilos de ejecución cada uno
 - Memoria RAM: 32GB
 - Red: Tarjeta Ethernet 10/100/1000 Mbps
 - Disco: 120GB con sistema de archivos ZFS
 - Adicional: Cada entorno de ejecución puede manejarse con sistemas de archivos ZFS tanto internos como externos al servidor
 - Hipervisor: Administrador de LDom's
- HP Proliant 380p Gen 8, soporta sistema operativo Hyper V-V 2008 y 2012, VMWare VSphere 5.5 y Citrix XenServer cuyas características son:
 - Procesador: Intel Xenón E-2600 a 3.5Ghz con 12 núcleos
 - Memoria RAM: 32GB

Plan de pruebas y selección de análisis

- o Red: Tarjeta Ethernet 10/100/1000 Mbps
- o Disco: 500GB con los siguientes sistemas de archivos:
 - NTFS para los entornos de Hyper V-V y VSphere
 - ReiserFS para el entorno XenServer (Linux)
- o Adicional: cada entorno de ejecución puede tener un sistema de archivos diferente para cada entorno de ejecución que se desee generar, puede no residir en el sistema principal
- o Hipervisores: Hyper V-V, XenServer y vSphere

2.3.2 Maquetas de entornos de ejecución

Debido a que las características de la infraestructura física son diferentes entre los hipervisores gracias a la arquitectura que manejan. Se plantean maquetas con exactamente los mismos recursos mientras compartan características semejantes. Para el caso en el que las características son muy diferentes, se propone compensar las diferencias considerando cantidades diferentes de cada recurso que lo requiera.

Estas maquetas se consideran con recursos limitados debido a que se requiere simular un entorno sujeto a grandes cantidades de estrés (varios cientos de iteraciones para cada prueba), por lo que las pruebas no requieren realizar procesos muy elaborados para proporcionar diferencias considerables entre cada entorno de ejecución.

Las maquetas utilizadas se encuentran en la tabla 2.1 y se consideran tanto los productos involucrados como las características finales que tendrá cada entorno de ejecución. Las cantidades fueron definidas con los requerimientos mínimos más altos de los hipervisores seleccionados, salvo la cantidad de procesadores del manejador de LDom's, al cual se le compensó la baja frecuencia de procesamiento con una mayor cantidad de núcleos de procesamiento (1/8 de la cantidad total de núcleos físicos presentes).

Tabla 2.1 Maquetas de entornos de ejecución

Arquitectura de procesamiento	Intel			SPARC
Nombre producto del	Windows server 2008	XenServer 6.1	vSphere	Solaris 11

Arquitectura de procesamiento	Intel			SPARC
	Hyper V	XenServer	VSphere	LDom
Entorno de ejecución virtual	Windows	Linux	Linux	Solaris 11
Memoria volátil	2 GB	2 GB	2 GB	2 GB
Almacenamiento	30 GB	30 GB	30 GB	30 GB
Sistema de archivos	NTFS	ReiserFS	ReiserFS	ZFS
Cantidad de procesadores	2	2	2	8
Interface de red	1 gigabit Ethernet	1 gigabit Ethernet	1 gigabit Ethernet	1 gigabit Ethernet
Sistema operativo	Windows server 2008	Ubuntu Server	Ubuntu Server	Solaris 11
Requerimientos adicionales	Compilador C, DOS Shell	Compilador C, Bourne Shell	Compilador C, Bourne Shell	Compilador C, Bourne Shell

2.3.3 Aplicaciones de medición de rendimiento

El rendimiento de los entornos de ejecución se mide por medio de las siguientes aplicaciones diseñadas especialmente para tener requerimientos mínimos para su funcionamiento y que éste sea lo más semejante en cada entorno. Por lo que se elige la utilización de las llamadas directas al sistema operativo para todos los entornos de ejecución, dado que éstas llamadas no son iguales, se utilizan sentencias equivalentes para el mismo, por ejemplo, los comandos time en Windows y

date en Unix, muestran la misma información, algunos otros comandos como el ciclo FOR, cambian su sintaxis pero no su funcionamiento.

También se hace necesaria la implementación de un programa en lenguaje ANSI C para la elaboración de una de las pruebas por ser lenguaje de programación estandarizado en todas las plataformas.

Las pruebas consisten en la ejecución de los programas descritos a continuación, cuyos resultados son tiempos, referentes a su finalización en el caso de las pruebas de escritura en disco, transferencia de red y procesamiento y tiempo de estabilización en el caso de la prueba para memoria RAM. Su ejecución de cada una de ellas tarda pocos minutos pero es necesaria la implementación de dichas pruebas más de una ocasión para poder considerar un resultado objetivo e independiente de condiciones ajenas a las pruebas, por lo que se considera una duración máxima de 8 horas.

Las muestras de código a ejecutarse son (Ver el resto de los códigos utilizados en el apéndice B):

- Para escritura en disco duro

```
#!/bin/sh
#Programa para medir la velocidad de escritura en disco
#utiliza Comandos de UNIX estándar

#marca HORA DE Inicio
date +%H:%M:%S:%N > inicioesc.txt;
date;
for i in {1..500000}
do
#echo "línea $i";
echo "123456789 " >> archivo
done;
date +%H:%M:%S:%N > final esc.txt;
exit 0
```

- Para memoria volátil

```
#!/bin/sh
#programa para medir el uso de la memoria RAM de una aplicación durante un
```

```
#tiempo determinado

#Programa seleccionado para la medición de la RAM
firefox &

for i {1..1000}
do
  ps -h | grep -i firefox >> uso.txt #Guarda el uso de la RAM del programa
done
```

- Para transferencia de red

```
#!/bin/sh
#programa para medición de la velocidad transferencia de archivos

#Variables para el programa
HOST='192.168.1.2' #dirección del huésped
USER='usuario' #nombre de usuario solicitado
PASSWD='contraseña123' #contraseña del usuario
FILE='/export/home/archivo.mp3' #Archivo de tamaño considerable

date >> iniciotrans.txt #inicio de la transferencia
ftp -n $HOST <<END_SCRIPT #termina el comando al final del script
user $USER #inicio de sesión
$PASSWD
put $FILE #archivo a transferir
quit
END_SCRIPT
date >> fintrans.txt #final de la transferencia
exit 0 #fin del programa
```

- Para uso de procesador

```
#include <stdio.h>
float sqrt (float m)
{
    float i=0;
    float x1,x2;

    while( (i*i) <= m )
        i+=0.1;

    x1=i;

    for(int j=0;j<100000;j++)
    {
        x2=m;
        x2/=x1;
        x2+=x1;
        x2/=2;
        x1=x2;
    }
    return x2;
}

int main ()
{
    float num,ans;

    printf("Programa que muestra la raíz de un número \n");
    printf("ingrese el número: ");

    ans = sqrt(1234567890);
    printf("\nLa raíz de ese número es: %f",ans);
    scanf;
    return(0);
}
```

2.3.4 Aplicaciones de medición de estabilidad

La estabilidad de un sistema de cómputo se aprecia cuando éste utiliza sus recursos de procesamiento (procesador y memoria volátil) de manera precisa. Esto es, ante la ejecución de una tarea finita y determinada, en dos ocasiones diferentes, éste debe mostrar una finalización de ambas en un tiempo semejante (con diferencias de finalización menores a 1%). Adicional a esto, cuando una tarea se encuentra en ejecución, si ésta no presenta variaciones mayores a 10%, en el uso de sus recursos durante un intervalo de tiempo, semejante a medio segundo, se muestra un manejo estable del recurso.

Es posible observar la estabilidad de un equipo mediante pruebas de estrés, enfocadas al uso de los recursos de procesamiento, por lo que para las pruebas de estabilidad, se utilizan las mismas pruebas de rendimiento, realizando un análisis diferente a los resultados, enfocados a la estabilidad del mismo y considerando los criterios antes mencionados.

2.3 Definición de los análisis cualitativos

Las características cualitativas de un sistema de virtualización, generalmente son las más conocidas y solicitadas por los clientes. Éstas características son muy demandadas debido a que son descritas por medio de opiniones y permiten realizar una comparación con suficiente información para una selección adecuada. A pesar de esto, no implica que sea la adecuada a las necesidades particulares del consumidor.

Las características cualitativas de los sistemas de virtualización pueden ser obtenidas mediante estudios de información que proporcionan los proveedores, ésta información no siempre es suficiente para la realización de una selección pero contribuye a una selección mejor informada.

Para las características cualitativas seleccionadas (compatibilidad, seguridad y comerciales) es posible determinar el de rubros específicos mediante una lista o cuestionario de verificación, los rubros a determinar se explican en los apartados a continuación.

2.3.1 Análisis de compatibilidad

La compatibilidad de un sistema debe tener en cuenta los siguientes parámetros a considerar:

- Los entornos de ejecución que se requieren generar
 - Arquitectura de los entornos
 - Los servicios que se pretenden brindar
 - La variabilidad de los entornos
 - La granularidad de administración de recursos para cada entorno

- Características de compatibilidad del hipervisor
 - Escalabilidad
 - Compatibilidad con otros servicios semejantes
 - Requerimientos de hardware
 - Portabilidad de los entornos

- Los entornos físicos anfitriones que soporta el sistema de virtualización, que incluyen:
 - Arquitectura del procesador
 - Arquitectura de almacenamiento
 - Sistema operativo anfitrión (para los de alto nivel)
 - Cumplimiento de requerimientos recomendados por el proveedor

2.3.2 Análisis de seguridad

La seguridad [ISACA 2010], dentro de un entorno virtual es una característica que se ha considerado como independiente al resto de las características de los productos. Desafortunadamente, la seguridad es una característica indispensable pero tanto para algunos proveedores y clientes, no se encuentra dentro de las primeras prioridades en cuanto a sus requerimientos. Esto es debido a que la seguridad, a nivel técnico, se presenta como un conjunto de servicios o características, los cuales son proporcionados por la infraestructura de cómputo. Estos mismos tienden a interponerse con los requerimientos de algunas otras características, como el rendimiento o la compatibilidad.

Los productos de virtualización cuentan con características que les permiten satisfacer las necesidades de seguridad para sus clientes. Éstas características pueden presentarse de las siguientes maneras:

- Accesibles para el usuario, permiten realizar configuraciones específicas para la satisfacción de necesidades de seguridad particulares, ejemplos de éstas características son:
 - Opciones
 - Archivos
 - Interfaces
 - Módulos
 - Procedimientos
 - Algoritmos
 - Bibliotecas

- Inaccesibles para el usuario, satisfacen necesidades generales de seguridad, son administradas y proporcionadas por el proveedor del producto, ejemplos de éstas son:
 - Módulos (no configurables)
 - Programas

Sistemas de virtualización de entornos

- Archivos de funcionamiento interno

A pesar de que los hipervisores pueden tener un funcionamiento interno diferente en cuanto a sus características de seguridad, es importante destacar que pueden satisfacer una misma necesidad de seguridad.

Es importante mencionar que la satisfacción de todos los requerimientos de seguridad se logra realizando acciones y configuraciones dentro de cada elemento de la arquitectura de virtualización. La interacción entre las acciones y configuraciones entre cada nivel de la arquitectura así como el cumplimiento de cada objetivo o principio de seguridad particular se realiza basándose en referencias llamadas "Mejores prácticas" [Mejores Prácticas Mar 2014].

En resumen, la satisfacción de los principios y objetivos de seguridad, listados para cada elemento de una infraestructura de virtualización se muestran a continuación:

- Características de seguridad del hardware y firmware
 - Integridad: se basa en el funcionamiento adecuado de los dispositivos, lo cual se preserva de la siguiente manera:
 - Adecuación de un ambiente físico artificial para el correcto funcionamiento de los dispositivos físicos (centro de datos, tan pequeño o grande como se requiera)
 - Acceso restringido a las configuraciones tanto físicas como lógicas de los dispositivos
 - Mantenimiento físico de los dispositivos periódicamente según el fabricante de los mismos
 - Disponibilidad: implica la posibilidad de su utilización en tiempo y forma para cualquier entidad autorizada, ésta se satisface por medio de:
 - El uso de agrupaciones redundantes de dispositivos
 - Distribución administrable de los recursos físicos con los que se cuenta
 - Cumplimiento de las características de integridad
 - No repudio: Implica el registro de cada cambio en tiempo y modificación de las configuraciones físicas como lógicas por parte de una entidad, éste principio se cumple de la siguiente manera:
 - Registro de accesos de usuarios a los dispositivos físicos
 - Registros de cambios de configuraciones tanto físicas como lógicas por parte de los usuarios
 - Características de seguridad adicionales para el hipervisor o el entorno anfitrión: (depende de la infraestructura física y de la plataforma lógica)

- Características de seguridad del entorno anfitrión (en caso de existir) y para los entornos de ejecución virtuales (comparten la mayoría de las características debido a que se trata de entornos de ejecución)
 - Integridad: se refiere a la ratificación de la configuración del entorno anfitrión, éste objetivo se satisface de la siguiente manera:
 - Implementación de privilegios para cambios
 - Manejo de acciones para controles de cambios en cuanto a tiempo y descripción
 - Disponibilidad: Se refiere a la posibilidad de utilización del entorno real en todo momento que se requiera, ésta se cumple de la siguiente manera:
 - Implementación de sistemas de almacenamiento y respaldo estructurados
 - Utilización de entornos de ejecución redundantes
 - Implementación de sistemas con posibilidad de migración
 - Cumplimiento del principio de integridad
 - Confidencialidad: Evita que entidades no autorizadas observen o realicen cambios en el entorno, este objetivo se satisface de la siguiente manera:
 - Utilización de sistemas de autenticación administrables
 - Cumplimiento de los parámetros referentes al control de acceso
 - Restricción de acceso a una cantidad limitada y conocida de usuarios
 - Restricción en el uso de recursos a cada usuario
 - Configuración de parámetros del sistema a valores diferentes a los de fábrica
 - Control de accesos: Gestiona la disponibilidad o no disponibilidad de los recursos por medio de procedimientos que pueden ser:
 - Utilización de sistemas de usuarios
 - Utilización de sistemas de roles
 - Cumplir con todos los parámetros de autenticación
 - Autenticación: Permite el reconocimiento de las entidades que buscan tener acceso a algún recurso por medio de:
 - Utilización de configuraciones diferentes a las de fábrica o típicas
 - Utilización de algoritmos robustos
 - Granularidad fina en cuanto a usuarios
 - No repudio: Permite tener un control de las acciones que realizan las entidades hacia los recursos que se demandan de la siguiente manera:
 - Uso de registros visibles para los administradores
 - Manipulación controlada de registros
 - Registro de sólo las acciones o cambios relevantes
 - Uso de características provistas por el hardware, firmware o hipervisor

- Características de seguridad del hipervisor (conceptos más detallados debido a que es uno de los objetivos de éste trabajo)
 - Disponibilidad: la disponibilidad de un hipervisor se consideran de la siguiente manera:
 - Administración de la asociación de dispositivos físicos con sus respectivos dispositivos virtuales
 - Utilización de sistemas de respaldo
 - Realización de respaldos estructurados y periódicos
 - Implementar procedimientos de recuperación de desastres
 - Confidencialidad: a pesar de que la confidencialidad del hipervisor no se presenta de una forma activa para cumplir este principio, lo cumple en su nivel de la siguiente manera:
 - Restricción estática de los recursos utilizados
 - Limitación de los recursos utilizados
 - Minimización de cantidad de cuentas de usuarios
 - Utilización de cuentas con sistema de privilegios mínimos
 - Integridad: Es una de las características más relevantes dentro de un hipervisor, permite mantener en condiciones utilizables tanto los recursos de cómputo como la información y se puede observar de la siguiente manera:
 - Verificación de los archivos de instalación previo a la instalación del mismo
 - Verificación de las actualizaciones previo a la instalación de las mismas
 - Utilización exclusiva de los recursos y servicios necesarios para satisfacer el requerimiento principal del sistema
 - Utilización de entornos estandarizados establecidos
 - Autenticación: la autenticación generalmente es un proceso realizado por el mismo hipervisor, aunque es posible tomar acciones para mejorarlo:
 - Cumplir con acciones necesarias para el control de accesos
 - Utilización de sistemas de autenticación diferentes a los predeterminados
 - Control de accesos: los hipervisores cuentan con sus propios controles de accesos, a pesar de ello, se deben considerar las siguientes acciones:
 - Administrar los controles de acceso para utilizar valores diferentes a los de fábrica
 - Utilización de sistemas de control de acceso complejos
 - Restringir al mínimo los accesos al sistema
 - No repudio: Generalmente es gestionada en otros niveles de la arquitectura pero es importante considerar los siguientes rubros para su administración:
 - Sincronización de tiempo estandarizada
 - Utilización de indicadores de emergencia y registros
 - Utilizar registros centralizados

- Relacionar los registros entre el hipervisor y los otros niveles de la arquitectura
- Características de seguridad adicionales para el sistema anfitrión y el sistema virtualizado

2.3.3 Análisis comercial

Un sistema de virtualización, se encuentra sujeto a su aceptación comercial desde el momento que surge así como en el momento que cambia y es uno de los principales factores que contribuyen a su desaparición. Por este motivo es importante realizar un análisis de mercado.

La selección de un sistema de virtualización, se ve influenciada en su aceptación por parte del público aunque algunos de los parámetros que influyen a ésta selección son completamente diferentes.

Las características comerciales de un sistema de virtualización incluyen:

- Entorno del producto, es decir el público objetivo para los sistemas de virtualización y las principales características que solicitan en estos productos.
- Distribución, el cómo el cliente puede obtener una solución con un sistema de virtualización.
- Costo, es decir el precio monetario de los productos necesarios además de los recursos adicionales como los recursos humanos, capacitaciones necesarias y ubicación geográfica de la solución que requiera la solución de virtualización.
- Características relacionadas a contratos, lo que considera: garantías, soporte, descuentos al momento de la adquisición de la solución, soluciones adicionales o actualizaciones.
- Mercadotecnia, la manera en la que el producto se da a conocer a su mercado objetivo y la influencia que puede tener en la selección objetiva del producto.

Capítulo 3: Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados

Capítulo 3: Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados

3.1 Instalación de sistemas de virtualización y entornos de ejecución

La instalación de los sistemas de virtualización en general requiere de su infraestructura física, su hipervisor, su sistema operativo anfitrión (para los sistemas de alto nivel), la distribución de los recursos necesarios para el entorno de ejecución y la instalación del entorno de ejecución. Por lo que las maquetas utilizadas y que se instalaron se ejemplifican de la siguiente manera:

- Instalación de la infraestructura física (no realizada en este estudio, ver apéndice C)
- Instalación del sistema operativo anfitrión (ver apéndice D)
 - Solaris (ver figura 3.1)

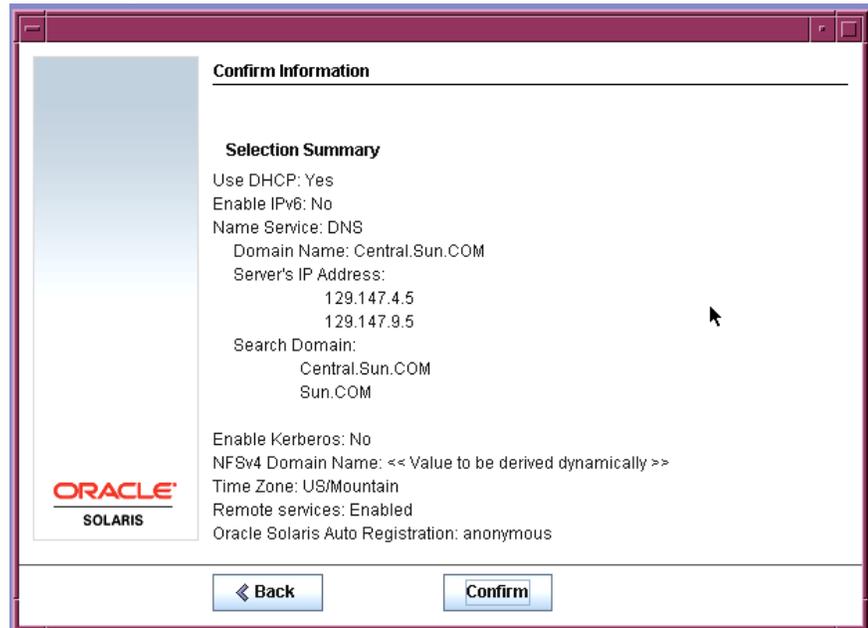


Figura 3.1 Muestra de instalación de Oracle Solaris 11

Sistemas de virtualización de entornos

- Windows (ver figura 3.2)



Figura 3.2 Muestra de instalación de Microsoft Windows Server 2008

- Instalación del hipervisor
 - VMWare (ver figura 3.3)

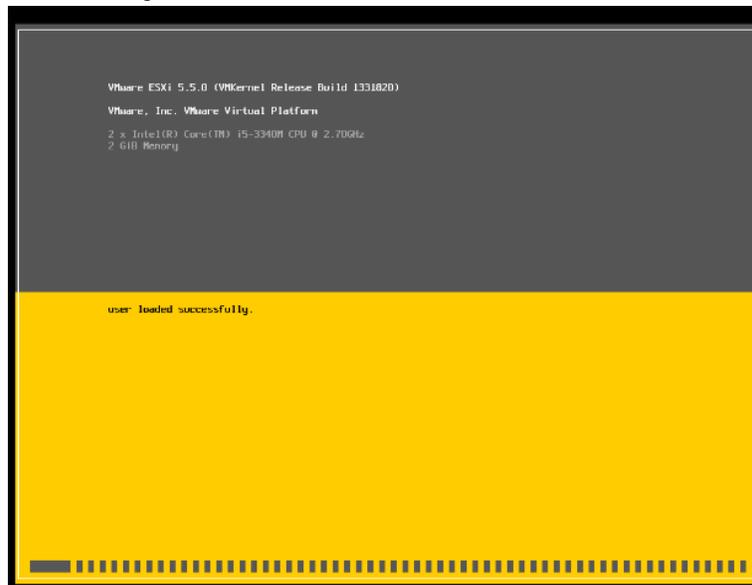


Figura 3.3 Muestra de instalación del hipervisor de VMWare

- Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados
- LDOM'S Manager (ya incluido en el sistema anfitrión)
- Hyper V (ver figura 3.4)

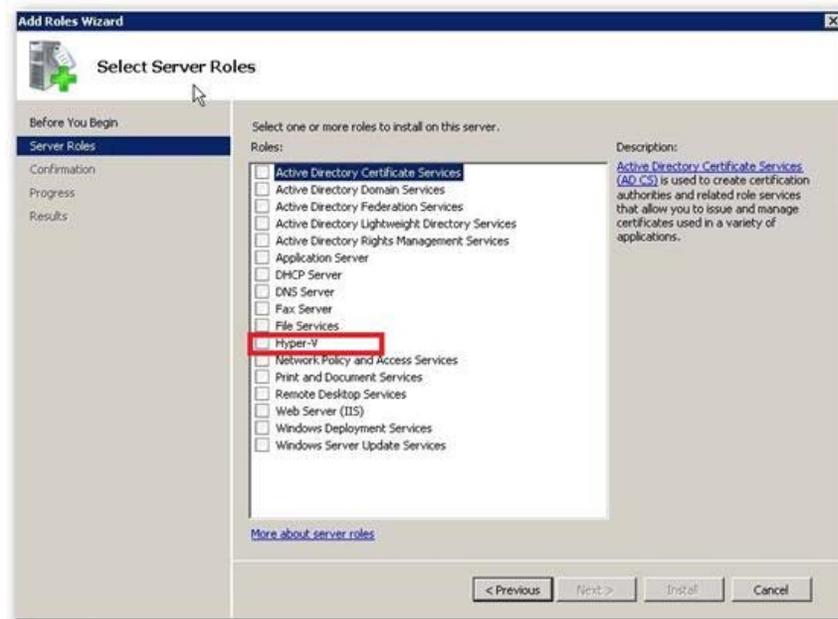


Figura 3.4 Muestra de instalación de hipervisor Hyper V

- XenServer (ver figura 3.5)



Figura 3.5 Muestra de instalación de XenServer

- Distribución de recursos para el entorno de ejecución (figura 3.6, muestra el resultado de la virtualización como la creación de los entornos virtuales dentro de un entorno físico real)

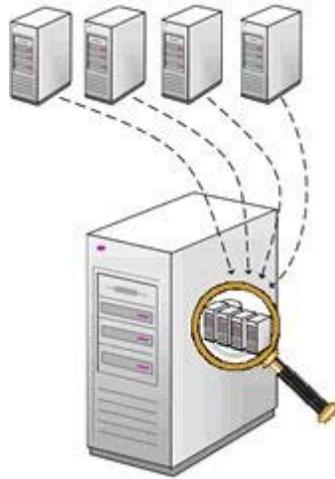


Figura 3.6 Representación artística de creación de entornos de ejecución

- Configuración de disco duro
 - Físico para VMWare y XenServer
 - NTFS para Hyper V
 - ZFS para LDOM'S
- Configuración de interfaces de red
- Configuración de procesadores
- Configuración de memoria volátil
- Configuración de otros dispositivos
- Instalación del entorno de ejecución
 - Instalación de Windows Server 2008 para Hyper V
 - Instalación de Oracle Solaris 11 para LDOM'S
 - Instalación de Linux para XenServer y VMWare

3.2 Ejecución de pruebas e interpretación de resultados

Las pruebas de rendimiento y estabilidad tuvieron lugar de la siguiente manera. El objetivo de las mismas es permitir observar una diferencia cuantificable que permita obtener un resultado comparable para poder determinar los hipervisores más destacados en cuanto a rendimiento y estabilidad.

Debido a que para un consumidor es complicado determinar si un producto está adecuado a su necesidad particular, se realizan las siguientes pruebas que permiten conocer un resultado perceptible y que puede realizarse en los entornos que utilizarán los sistemas de virtualización.

3.2.1 Pruebas de rendimiento y resultados

Con respecto a procesamiento, se obtuvieron los resultados listados en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3, graficados en las figuras 3.7, 3.8 y 3.9 respectivamente. Los cuales son tiempos en los que cada entorno de ejecución tardó en ejecutar el programa mil veces, cinco mil veces y diez mil veces. La diferencia entre los lapsos de finalización del programa, denotan el uso eficiente del procesador para cada hipervisor. Así, la ejecución de esta cantidad de iteraciones fue inicialmente con el propósito de obtener un resultado mínimo perceptible en segundos (mil iteraciones). En contraste, se espera para cinco mil y diez mil iteraciones un tiempo proporcional al tiempo de ejecución de cinco y diez veces el tiempo resultante de mil iteraciones. Por lo que el cambio en estos tiempos es un reflejo de la eficiencia del manejo de los recursos de procesamiento.

Tabla 3.1 Prueba tiempo de procesamiento, 1000 iteraciones

Hipervisor	Tiempo de ejecución 1	Tiempo de ejecución 2	Tiempo de ejecución 3	Promedio
Hyper V	00:00:07.800	00:00:07.270	00:00:07.530	00:00:07.533
LDom's	00:00:22.364	00:00:22.397	00:00:22.405	00:00:22.389
vSphere	00:00:08.475	00:00:08.720	00:00:08.760	00:00:08.652
XenServer	00:00:13.486	00:00:12.017	00:00:09.425	00:00:11.495

Nomenclatura: hh:mm:ss.sss

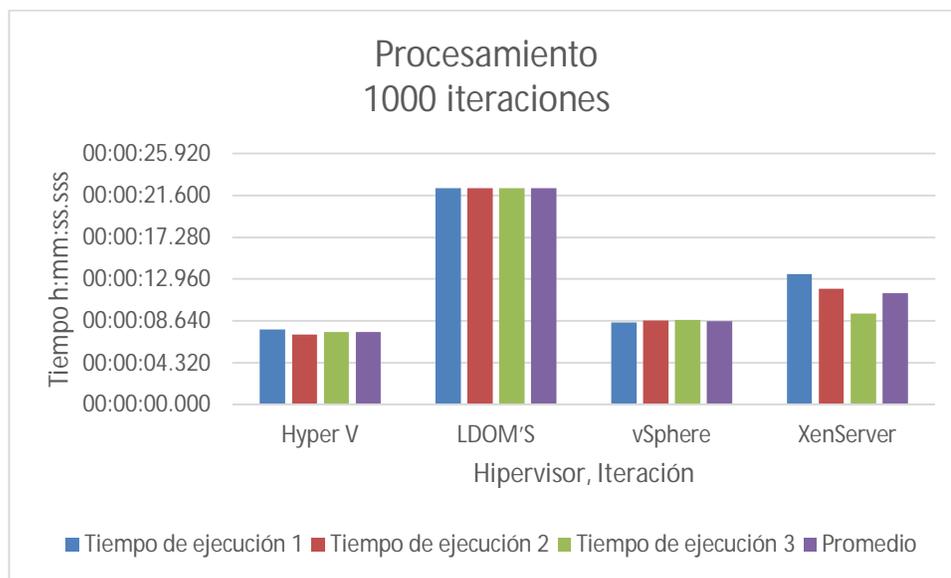


Figura 3.7 Prueba de tiempo de procesamiento, 1000 iteraciones

En estos resultados observados tanto en la tabla 3.1 como en la figura 3.7, se interpreta que el hipervisor de LDom's tarda más tiempo en terminar la misma tarea que el resto. No obstante, el hipervisor Hyper V realiza la tarea en el menor de los tiempos registrados. Por el contrario, el hipervisor XenServer muestra que terminó la tarea ligeramente después de los resultados ya mencionados pero tuvo una tendencia a reducir su tiempo de finalización.

Tabla 3.2 Prueba de tiempo de procesamiento, 5000 iteraciones

Hipervisor	Tiempo de ejecución 1	Tiempo de ejecución 2	Tiempo de ejecución 3	Promedio
Hyper V	00:00:36.520	00:00:37.760	00:00:36.450	00:00:36.910
LDom's	00:01:53.573	00:01:53.503	00:01:53.561	00:01:53.546
vSphere	00:00:43.436	00:00:42.516	00:00:43.512	00:00:43.155
XenServer	00:00:44.117	00:00:49.245	00:00:50.226	00:00:47.863

Nomenclatura: hh:mm:ss.sss

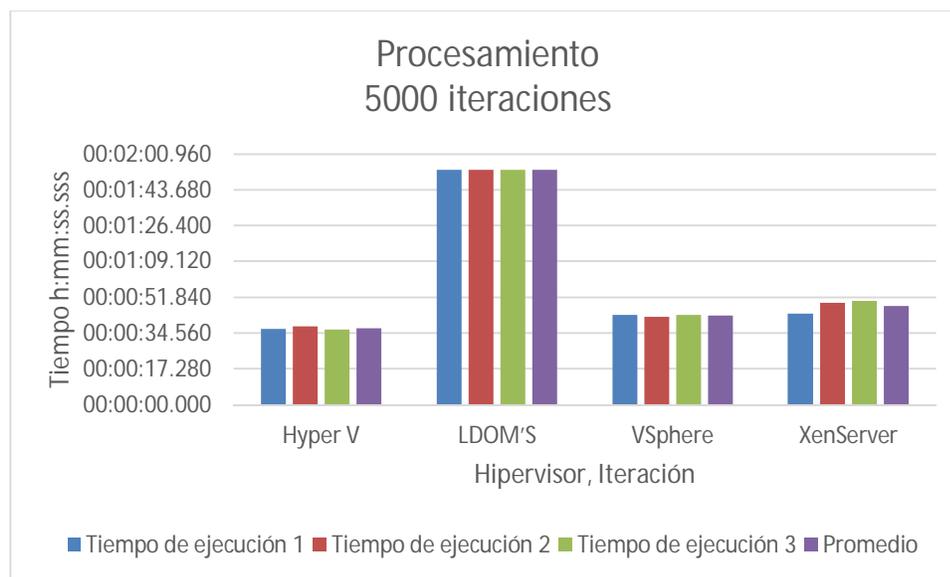


Figura 3.8 Prueba de tiempo de procesamiento, 5000 iteraciones

En la tabla 3.2 y la figura 3.8 se puede contemplar que los resultados se encuentran a escala con respecto a la tabla 3.1 y 3.7, ya que el hipervisor finalizó la tarea en el mayor tiempo promedio, esto es, que presenta el rendimiento más bajo sigue siendo LDom's y el hipervisor con el mejor rendimiento Hyper V. Tomando en cuenta los tiempos promedio de finalización, en el caso de

Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados XenServer, éste tuvo una tendencia a mejorar su tiempo de finalización. Esto es, la diferencia de tiempos de finalización entre XenServer e Hyper V en la prueba de mil iteraciones, fue cercana a 4 segundos. En cambio la diferencia en la prueba de cinco mil iteraciones, la cual se esperaba cercana a 20 segundos, resultó cercana a 11 segundos.

Tabla 3.3 Prueba de tiempo de procesamiento, 10,000 iteraciones

Hipervisor	Tiempo de ejecución 1	Tiempo de ejecución 2	Tiempo de ejecución 3	Promedio
Hyper V	00:00:58.410	00:00:57.280	00:00:59.367	00:00:58.352
LDom's	00:03:48.709	00:03:48.330	00:03:48.344	00:03:48.461
vSphere	00:01:24.779	00:01:22.446	00:01:25.085	00:01:24.104
XenServer	00:01:29.578	00:01:30.787	00:01:29.171	00:01:30.394

Nomenclatura: hh:mm:ss.sss

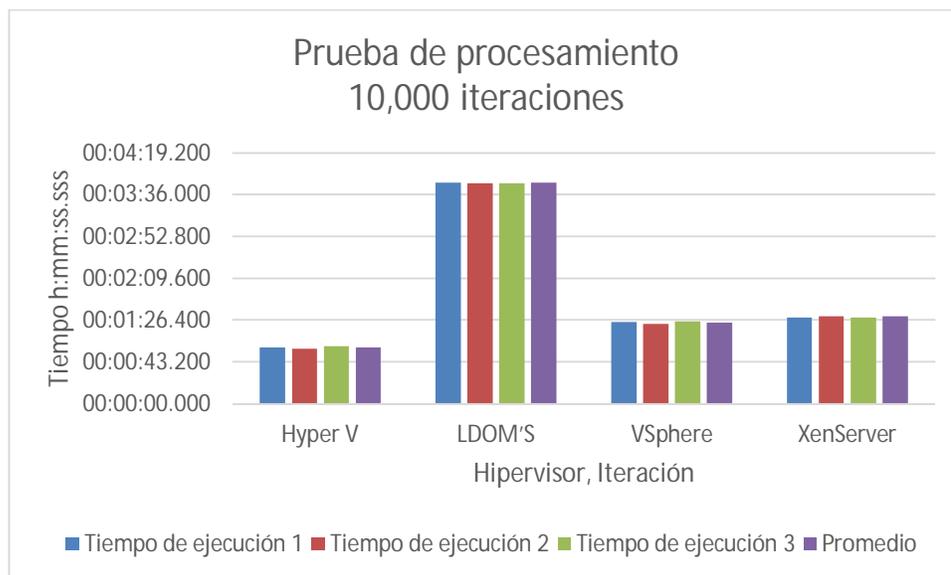


Figura 3.9 Prueba de tiempo de procesamiento, 10,000 iteraciones

En la figura 3.9 y tabla 3.3, se observa que los resultados destacados se mantienen para cada hipervisor, pero el hipervisor XenServer cada vez muestra un tiempo promedio cercano a los 32 segundos. Éste resultado se esperaba con una diferencia de tiempos promedio entre Hyper V y XenServer de 40 segundos.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, es posible considerar al hipervisor con el mejor resultado como Hyper V de Microsoft, siendo éste el que obtuvo los menores tiempos de finalización en esta prueba, al contrario del hipervisor de Oracle LDom's con los tiempos de

finalización más grandes. Es importante considerar que estos resultados se vieron afectados principalmente por la frecuencia de operación de cada procesador, ya que a pesar de que el producto de Citrix XenServer y el producto de VMWare vSphere, se ejecutaron en el mismo hardware, se puede interpretar que el producto de VMWare presentó un mejor manejo de este recurso.

Para la velocidad de transferencia de archivos, los resultados se listan en las tablas 3.4 y figura 3.10, los cuales son los tiempos en los que cada entorno de ejecución envía un archivo de tamaño de 500 megabytes a un segundo entorno de ejecución residente en su misma red virtual aislada, por lo que mostrará al hipervisor que utiliza de forma más eficiente sus recursos de red.

Esta prueba considera que todos los sistemas de virtualización se encuentran aislados y que el tráfico de red sólo es entre los dos entornos de ejecución virtuales involucrados, por lo que el cambio en los tiempos de transferencia denota la eficiencia de la recreación de este recurso.

Tabla 3.4 Tiempos de transferencia entre entornos de ejecución

Hipervisor	Tiempo de ejecución 1	Tiempo de ejecución 2	Tiempo de ejecución 3	Promedio
Hyper V	00:00:45.890	00:00:46.030	00:00:46.020	00:00:45.980
LDom's	00:00:31.638	00:00:30.278	00:00:29.496	00:00:30.471
VSphere	00:00:28.097	00:00:27.829	00:00:28.123	00:00:28.074
XenServer	00:00:30.157	00:00:30.407	00:00:30.399	00:00:30.321

Nomenclatura: hh:mm:ss.sss

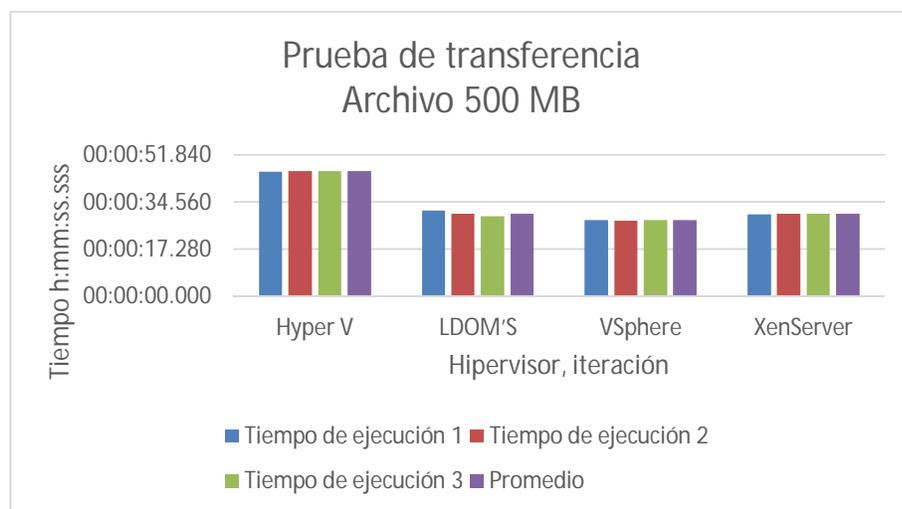


Figura 3.10 Tiempos de transferencia entre entornos de ejecución

Se puede apreciar en la figura 3.10 y tabla 3.4 que los resultados destacados no tuvieron una diferencia muy grande entre ellos (alrededor de 3 segundos) ya que su comportamiento fue muy semejante, en cuanto al resultado menos destacado (Hipervisor Hyper V) mostró una diferencia muy marcada (más de 10 segundos).

El hipervisor de Microsoft que a pesar de que tuvo tiempos de transferencia prácticamente idénticos, tuvo una latencia cercana a los 17 segundos, lo cual implica una mala administración del recurso de red. En general, los resultados para los productos de Oracle LDom's, Citrix XenServer y VMWare vSphere, propiciaron un rendimiento destacable ya que implican la mejor utilización de dicho recurso.

Las pruebas referentes a la velocidad de escritura en disco se listan en las tablas 3.5, 3.6 y 3.7 y las figuras 3.11, 3.12 y 3.13 respectivamente, las cuales representan tiempo de escritura de cien mil, trescientos mil y quinientos mil veces en un archivo, este tiempo representa la eficiencia del manejo de los dispositivos de almacenamiento.

Cada hipervisor tiene un manejo diferente respecto al almacenamiento, por lo que los resultados de estas pruebas se esperan con diferencias notables mostrando así el uso eficiente de los recursos del sistema anfitrión por el agente hipervisor.

Tabla 3.5 Tiempo de escritura de una cadena 100,000 iteraciones

Hipervisor	Tiempo de ejecución 1	Tiempo de ejecución 2	Tiempo de ejecución 3	Promedio
Hyper V	00:00:19.234	00:00:19.046	00:00:19.019	00:00:19.100
LDom's	00:01:08.610	00:01:08.950	00:01:16.000	00:01:11.187
Vsphere	00:00:04.433	00:00:04.241	00:00:04.005	00:00:04.226
XenServer	00:00:12.423	00:00:12.363	00:00:11.749	00:00:12.178

Nomenclatura: hh:mm:ss.sss

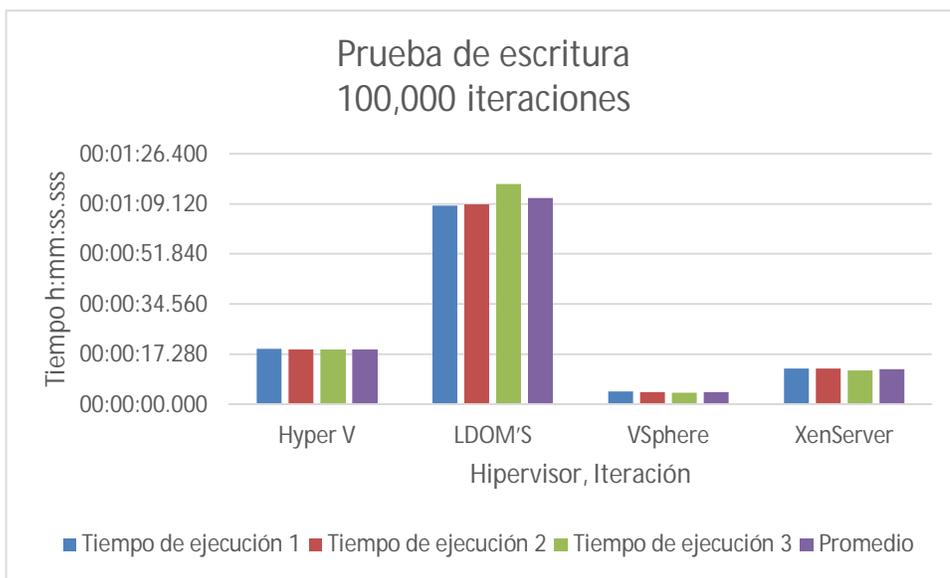


Figura 3.11 Tiempo de escritura de una cadena 100,000 iteraciones

Se puede apreciar en la figura 3.11 y la tabla 3.5 que el mejor resultado obtenido es hipervisor vSphere ya que completó la tarea en un periodo de tiempo mucho más corto que el resto de los productos. El producto que terminó en un tiempo mayor la tarea fue el hipervisor de LDom's y su resultado con respecto al más destacado tiene una proporción aproximada de 1 a 30.

Tabla 3.6 Tiempo de escritura de una cadena 300,000 iteraciones

Hipervisor	Tiempo de ejecución 1	Tiempo de ejecución 2	Tiempo de ejecución 3	Promedio
Hyper V	00:03:20.410	00:03:20.910	00:03:44.480	00:03:28.600
LDom's	00:00:57.161	00:00:57.203	00:00:57.119	00:00:57.161
VSphere	00:00:12.500	00:00:13.521	00:00:12.718	00:00:12.913
XenServer	00:00:35.258	00:00:35.171	00:00:34.981	00:00:35.137

Nomenclatura: hh:mm:ss.sss

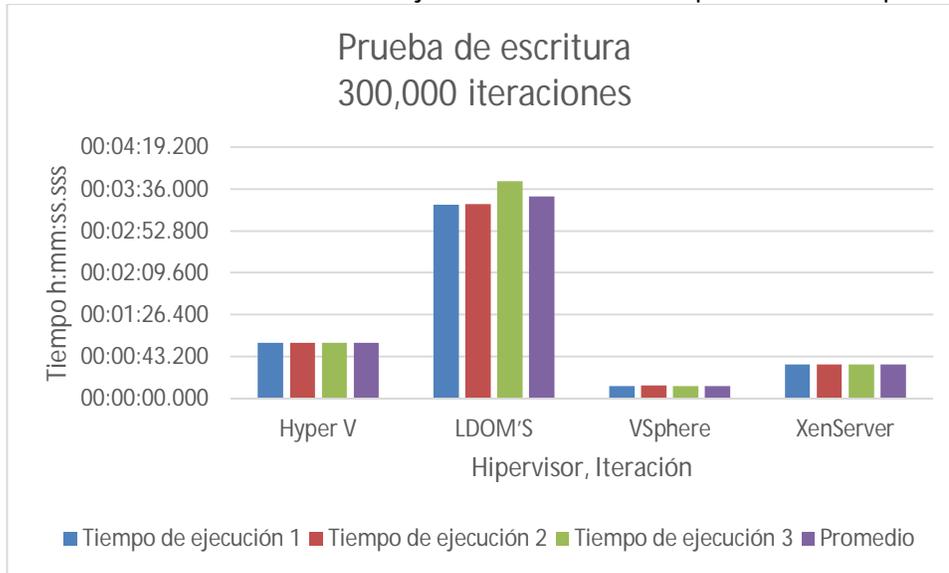


Figura 3.12 Tiempo de escritura de una cadena 300,000 iteraciones

En la figura 3.12 y tabla 3.6 se aprecia que el mejor resultado es para el hipervisor vSphere y el menos destacado para el hipervisor de LDom's, la diferencia entre ellos fue aproximadamente 25 veces el tiempo de finalización del resultado más destacado, se puede apreciar que la proporción tiende a acortarse y demuestra que frente a una cantidad mayor de iteraciones, el uso del recurso de almacenamiento lo realiza de una manera más eficiente.

Tabla 3.7 Tiempo de escritura de una cadena 500,000 iteraciones

Hipervisor	Tiempo de ejecución 1	Tiempo de ejecución 2	Tiempo de ejecución 3	Promedio
Hyper V	00:01:33.586	00:01:33.863	00:01:33.699	00:01:33.716
LDom's	00:06:05.930	00:06:24.400	00:06:25.610	00:06:18.647
VSphere	00:00:21.556	00:00:20.038	00:00:21.920	00:00:21.171
XenServer	00:00:56.929	00:00:57.180	00:00:57.516	00:00:57.208

Nomenclatura: hh:mm:ss.sss

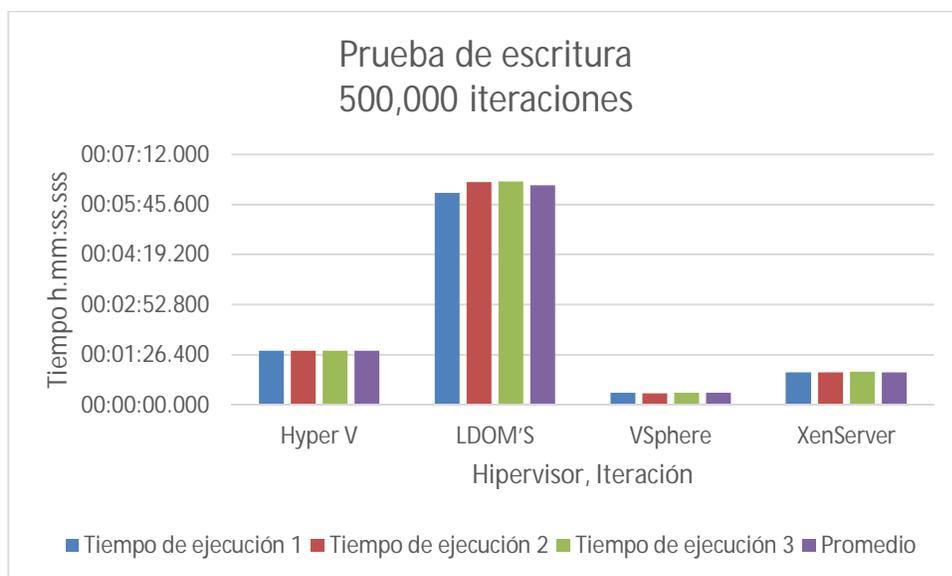


Figura 3.13 Tiempo de escritura de una cadena 500,000 iteraciones

Se contempla en la figura 3.13 y la tabla 3.7 que los mejores resultados (vSphere, XenServer e Hyper V) se conservan pero el resultado menos destacado (LDom's) tiende a disminuir su desventaja conforme aumenta el número de iteraciones, en esta ocasión la proporción entre tiempos de finalización entre vSphere y LDom's es de 1 a 16.

En la pruebas de escritura se encontraron las principales diferencias de rendimiento de los hipervisores, considerando al producto con el mejor rendimiento vSphere y al del peor rendimiento el producto LDom's con tiempos de finalización en proporciones 1 a 30, 1 a 25 y 1 a 16. Cabe mencionarse que la principal diferencia de éstos resultados se propicia gracias al uso tanto de discos duros con diferentes características de funcionamiento (velocidad de transferencia interna o de escritura, ver diferencias en capítulo 2 apartado 2.3.2), así como el uso de diferentes sistemas de archivos, por lo que además de la inferencia del hipervisor, también hay influencia directa de la administración de este recurso. Es importante considerar que el producto LDom's presentó un rendimiento aceptable a pesar de contar con un disco duro con características de rendimiento limitado (es decir baja velocidad de transferencia y escritura en disco), lo que se reflejó compensado con el uso de un sistema de archivos muy eficiente.

El uso de la memoria volátil de cada entorno en la ejecución de un programa con una demanda de recursos considerable (más de 20% de la memoria volátil total), varía desde la ejecución del mismo, cambiando su utilización de manera oscilatoria pero con una tendencia hacia la estabilidad. El tiempo en el que el entorno de ejecución asigna un alojamiento estable en memoria volátil al programa ejecutado demuestra la eficiencia en la administración del recurso y

estos resultados se observan en las figuras 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17, en las que se aprecian los tiempos en los que el programa obtuvo una asignación estable de memoria.

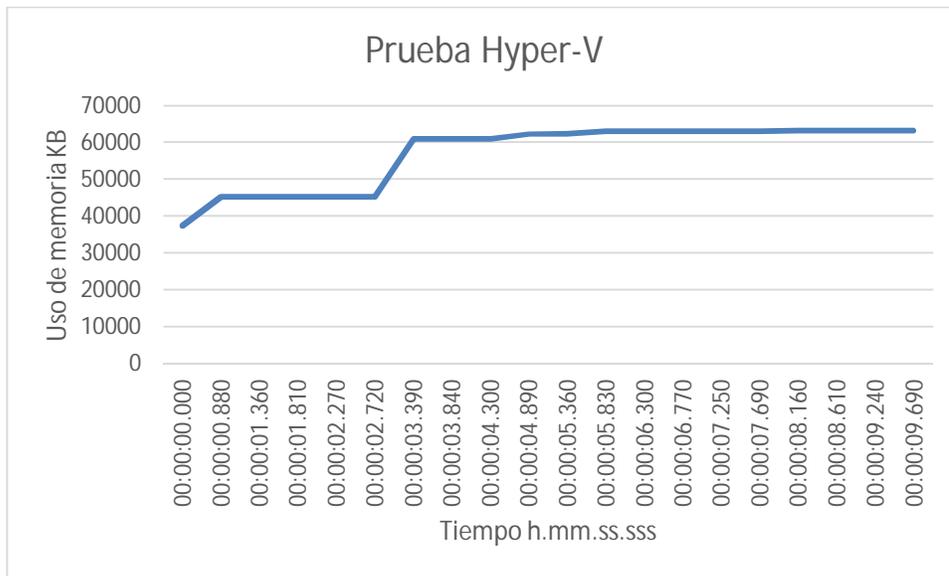


Figura 3.14 Prueba de uso de memoria para Hyper V

Se puede apreciar en la figura 3.14 que la asignación de memoria se realiza inicialmente con una utilización menor a la requerida pero posteriormente la asignación de memoria para la aplicación se vuelve la óptima y se conserva indefinidamente hasta un requerimiento nuevo por parte de la aplicación, el tiempo en el que éste llega a la estabilidad es cercano a 3 segundos.

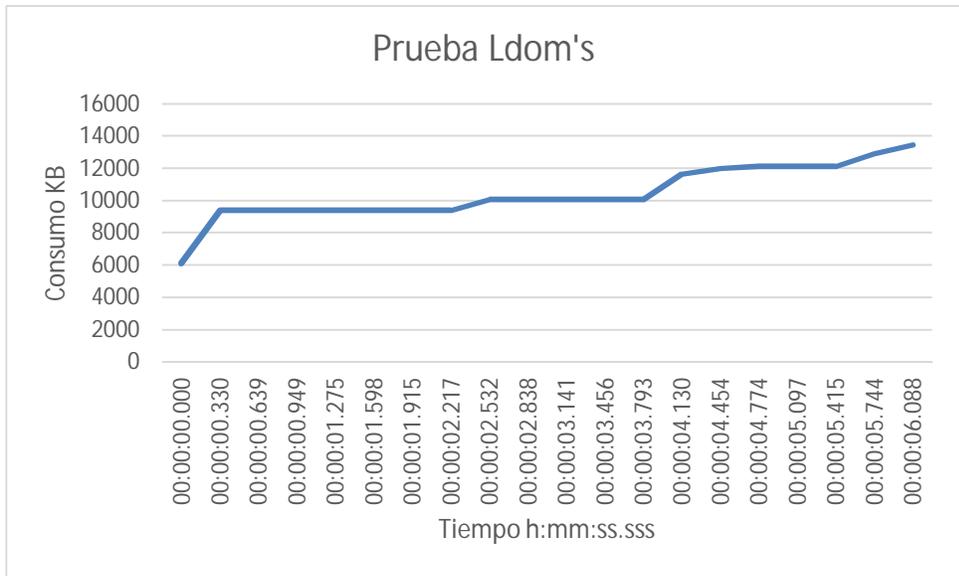


Figura 3.15 Prueba de uso de memoria para LDOM'S

En la figura 3.15 se observa que la asignación de la memoria es menor a la requerida por el proceso, en los primeros instantes de la ejecución del programa, pero la utilización óptima de la memoria se obtiene de manera lenta y escalonada, lo que permite al hipervisor utilizar el resto del recurso para otras tareas simultáneas. Se puede considerar el primer resultado estable entre los 0.5 y 3.5 segundos ya que los cambios en la utilización del recurso no rebasan el 10%, además de que se asigna de manera medida una mayor cantidad del recurso cuando el proceso lo requiere.

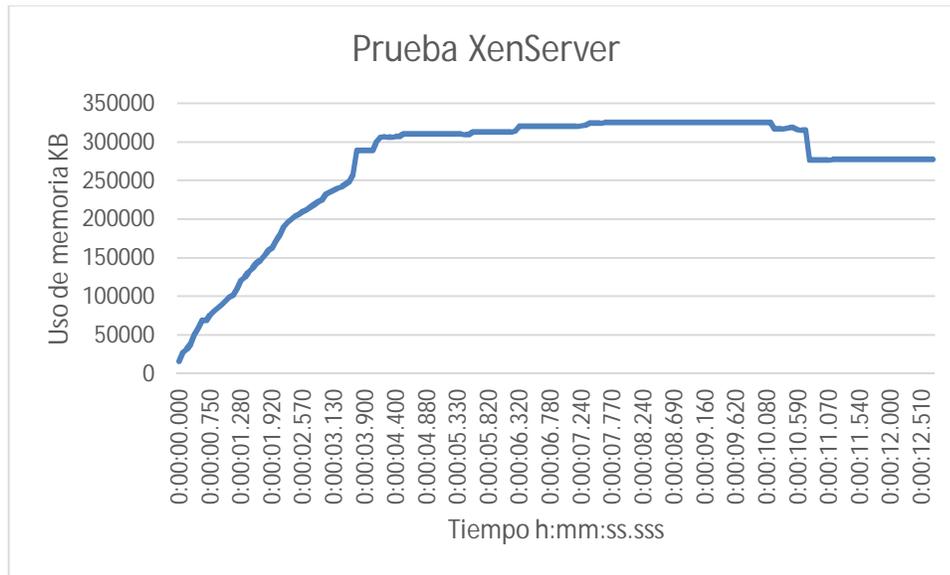


Figura 3.16 Pruebas de uso de memoria para XenCenter

Se puede observar que para éste hipervisor, se asigna al programa en ejecución una cantidad de memoria ligeramente mayor a la necesaria para que éste pueda estabilizar su utilización en un tiempo más corto. Se puede interpretar que también asigna la memoria volátil al proceso que tenga una mayor demanda al principio. El tiempo en el que llega a la estabilidad es alrededor de los 4 segundos, ya que es cuando el proceso deja de tener un consumo de recurso cambiante.

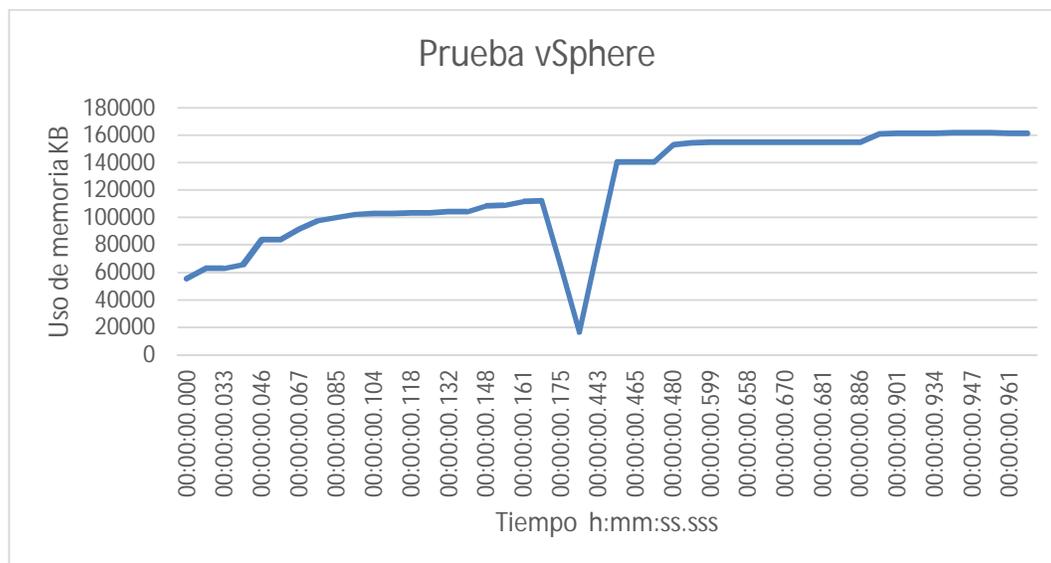


Figura 3.17 Prueba de uso de memoria para vSphere

En la figura 3.17 se muestra que a pesar de que la utilización de la memoria no es la requerida al principio, pero al final tiende a optimizarse ya que ésta se asigna de manera moderada al igual que el hipervisor de LDom's. Se puede observar que existe un instante (aproximadamente a los 0.3 segundos) en el que el hipervisor cambia la prioridad en la utilización de éste recurso. El tiempo en el que alcanza la estabilidad es cercano a 1 segundo.

Los hipervisores Hyper V y LDom's tienen un comportamiento de uso de memoria ascendente y moderado con respecto al tiempo. Es decir, conforme más tiempo pasa, asignan una mayor cantidad de memoria al proceso que la requiere. En contraste, en cuanto al hipervisor XenServer, asigna una cantidad de memoria constante y mayor a la requerida por el proceso, para después limitar el uso de éste recurso a una cantidad optimizada. Por último, el hipervisor vSphere, presenta un manejo del recurso errático, esto es debido a una característica referente al uso compartido de la memoria entre los hipervisores que administra.

3.2.2 Pruebas de estabilidad y resultados

La estabilidad de un sistema es una característica dinámica que sólo puede apreciarse en el momento que éste se encuentra en funcionamiento. Afortunadamente, es posible realizar una serie de pruebas capaces de conocer el momento en el que el sistema presenta comportamiento estable o inestable, con la posibilidad de tener un entorno de observación con condiciones conocidas, medibles y administrables.

Uno de los factores que permiten conocer la estabilidad de un sistema de cómputo, es el uso eficiente de los recursos más críticos, en este caso, son el procesador y la memoria volátil. Por lo que, al tratarse de los recursos más utilizados por el sistema de cómputo, son los que pueden llegar a generar errores durante la ejecución de una tarea, esto es inestabilidad.

Uno de los comportamientos [Estabilidad Dic 2013] esperados en un sistema es llegar a la estabilidad en un instante determinado de tiempo. Sin embargo, existen sistemas que por su naturaleza no pueden llegar a este estado deseado y se conoce como un sistema inestable. En la figura 3.18 se puede apreciar el ejemplo de un sistema que tiende a la estabilidad y en la figura 3.19 se aprecia el ejemplo de inestabilidad.

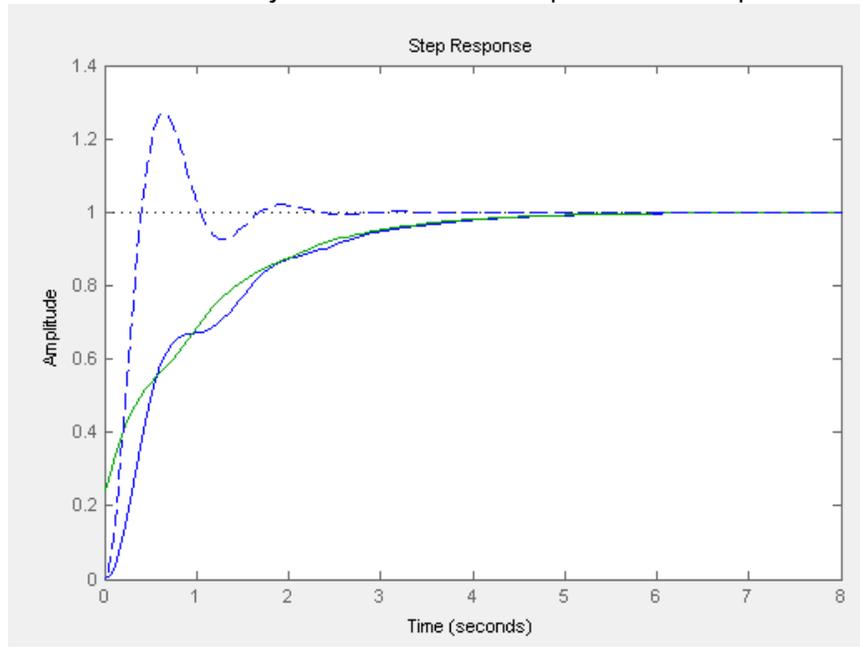


Figura 3.18 Ejemplo de comportamiento de estabilidad en un sistema arbitrario

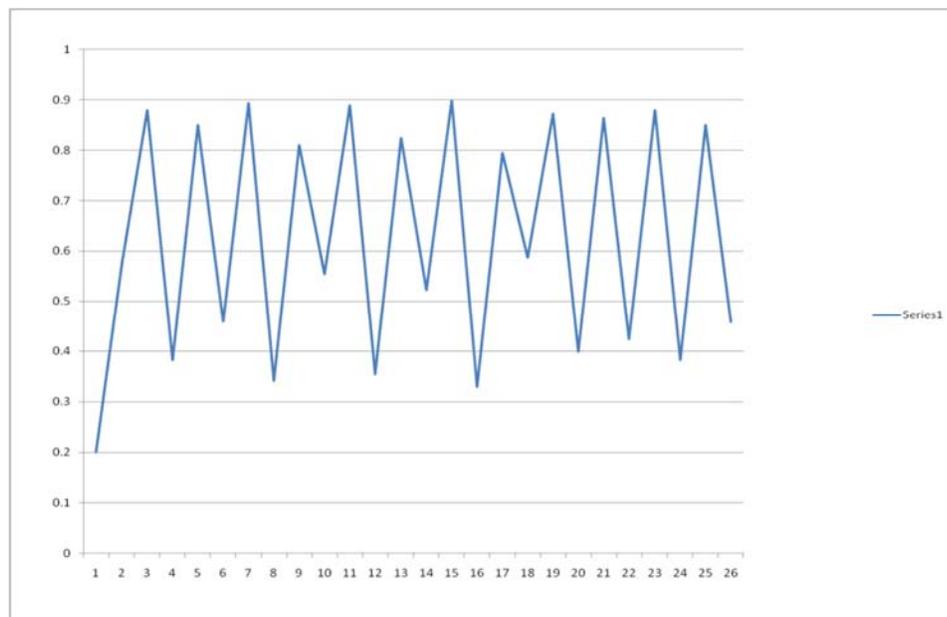


Figura 3.19 Ejemplo de comportamiento de inestabilidad de un sistema arbitrario

A continuación se muestran las gráficas de las figuras 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17 con el agregado de una referencia del valor estable alcanzado, comparándolas con la figura 3.18, el resultado son las figuras 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23.

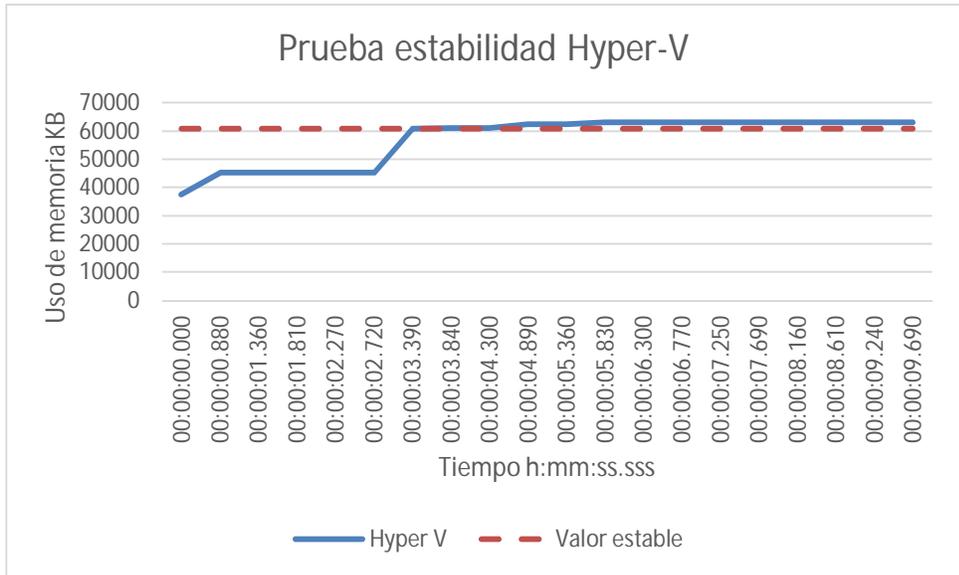


Figura 3.20 Interpretación de estabilidad para Hyper V

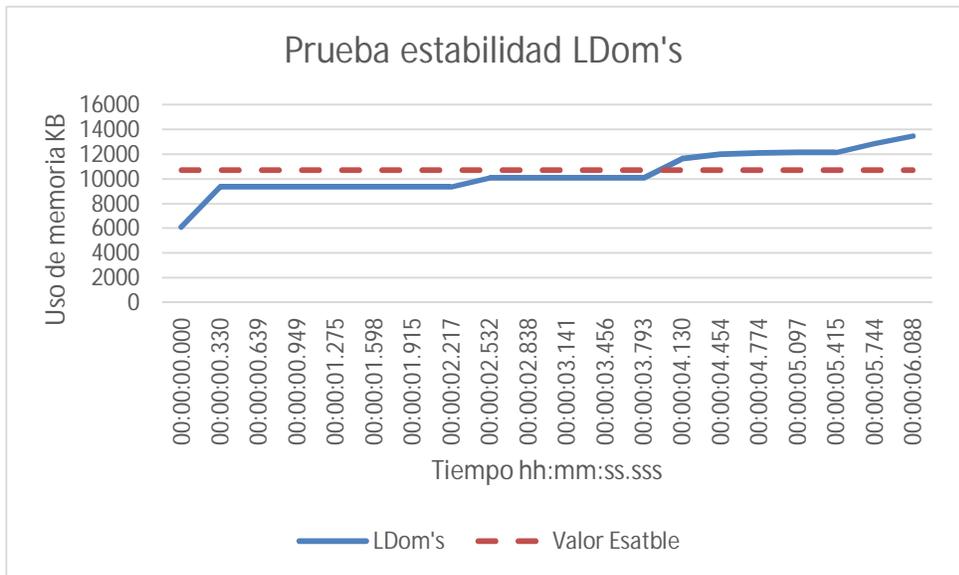


Figura 3.21 Interpretación de estabilidad para LDom's

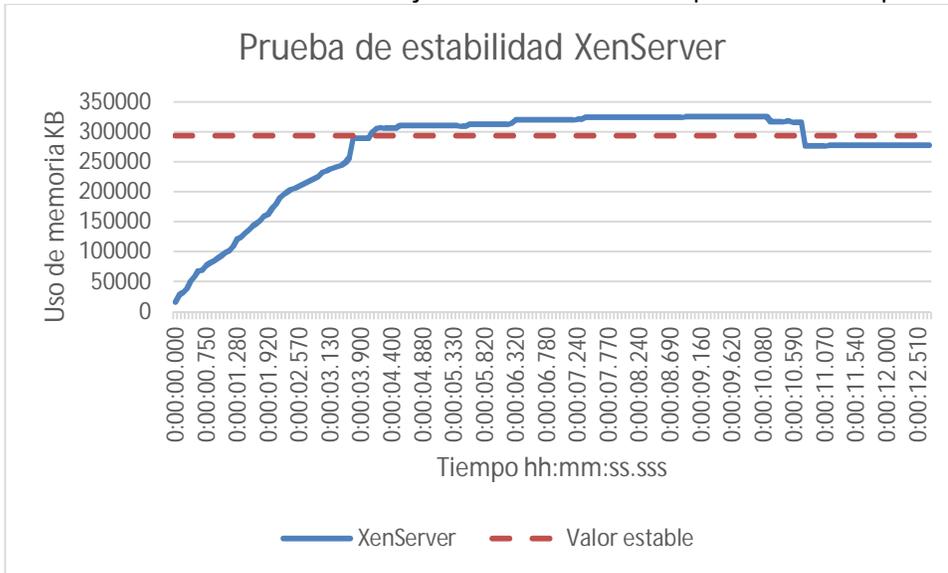


Figura 3.22 Interpretación de estabilidad para XenServer

En las figuras 3.20, 3.21 y 3.22, se observa que los hipervisores Hyper V, LDom's y XenServer, como se comentó en las pruebas de rendimiento (3.2.1), logran alcanzar una utilización estable de la memoria volátil. De ésta manera se muestra que la mayoría del tiempo, el uso de la memoria volátil, si bien, no es constante, oscila con cambios no mayores a un 5% del valor total durante la mayoría del tiempo. Este comportamiento se considera como estable.

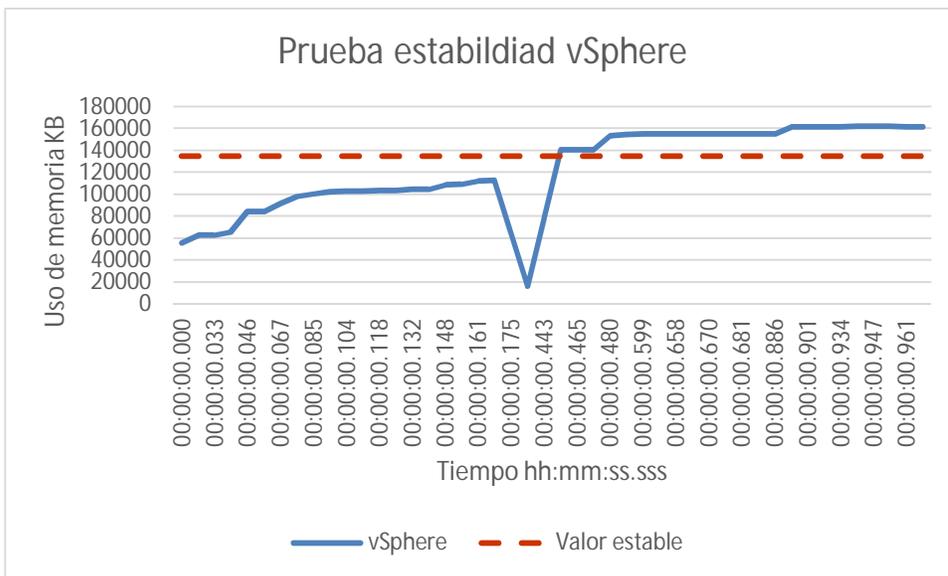


Figura 3.23 Interpretación de estabilidad para vSphere

En la figura 3.23, se observa que hay cambios muy precipitados cercanos a la marca de tiempo 00:00:00.300, resultado de una asignación dinámica de la memoria volátil. El hipervisor vSphere, por lo tanto, durante la duración de la prueba, logró alcanzar la estabilidad en el uso de la memoria durante una minoría del tiempo (menos de la mitad), comportamiento que se considera como inestable.

Retomando las pruebas de estrés en cuanto a procesamiento, por medio de las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 y sus respectivas gráficas en las figuras 3.8, 3.9 y 3.10, se observa que todos los hipervisores terminan sus tareas con diferencias semejantes o menores a un segundo, salvo el hipervisor XenServer, el cual tiene registros de diferencias mayores a dicho lapso de tiempo. Esto es para las pruebas de 1000 y 5000 iteraciones. Por lo tanto, es pertinente concluir que dicho hipervisor presenta inestabilidad en el manejo de los procesadores. Éste comportamiento debe a que éste producto enfoca su funcionamiento en el rendimiento pero tomando poco en cuenta la estabilidad.

Es necesario hacer hincapié en que la estabilidad y el rendimiento son características que aparentan ser contrapuestas, pero es posible tener sistemas con ambas características en función de una necesidad superior, es decir la aplicación que se implementa en el entorno de ejecución. Hyper V es el único producto que mostró un enfoque a estabilidad y rendimiento.

3.3 Análisis cualitativo

Se propone la realización de análisis cualitativos a los sistemas de virtualización ya que muchas de sus características, como las mencionadas en éste trabajo no son cuantificables. Por lo tanto un análisis cualitativo permite complementar y determinar las características deseables en un sistema de virtualización.

3.3.1 Análisis de compatibilidad

La compatibilidad de un sistema es un parámetro importante al momento de la selección de un sistema de virtualización, puesto que, que permite conocer la posibilidad de interacción con otros sistemas tanto semejantes como diferentes, de ésta manera, poder considerar adecuado su uso para el cumplimiento de una función en específico, en este caso, el ofrecer uno o varios servicios de cómputo.

El análisis de compatibilidad puede realizarse en dos direcciones según la arquitectura que se tiene en un sistema de virtualización:

- a. Comenzando por el hardware hasta llegar a las aplicaciones de los servicios que se desean brindar
- b. Comenzando con los servicios de cómputo requeridos hasta llegar al hardware necesario para su óptimo funcionamiento.

Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados

Las aplicaciones y servicios que se desean brindar son el objetivo del uso de un sistema computacional que puede involucrar un sistema de virtualización. Por lo tanto, es indispensable realizar el análisis de compatibilidad comenzando por estos. Para ello, es necesario considerar el software para llevar a cabo estas funciones, el cual puede ser:

- a. Software que brinda los servicios de cómputo más comunes (por ejemplo, aplicativos, bases de datos, correo electrónico, seguridad, entre otros): los cuales tienen requerimientos de compatibilidad mínimos y cuentan con versiones disponibles para los entornos de ejecución más comunes y comerciales, tanto gratuitos como con licenciamiento. Por esto, esos requerimientos mínimos son los que deben tomarse en cuenta para la creación de su entorno de ejecución.
- b. Software específico llamado "hecho a la medida": éste es desarrollado bajo una amplia cantidad de requerimientos los cuales deben satisfacerse sin ninguna excepción. Los cambios mínimos dentro del entorno en el que se ejecutan, propiciarán el mal funcionamiento de estas aplicaciones. Por tanto es necesario considerar que el entorno de ejecución cumpla con las características especificadas por el desarrollador de la aplicación.

Adicionalmente, una de las consideraciones importantes dentro de los servicios que se pretenden brindar, es la utilización de estándares y mejores prácticas consideradas por cada institución u organización, por lo que el uso de un sistema con características específicas se convierte en una obligación que afecta directamente a la compatibilidad y a la selección de un sistema de virtualización. Por lo tanto. Estos estándares acotan la selección de un sistema de virtualización a unos pocos sistemas de una cantidad muy limitada de proveedores.

Una vez consideradas las aplicaciones necesarias para brindar los servicios, es importante conocer las características de los entornos de ejecución que estas aplicaciones requieren, estos entornos de ejecución son los que afectan directamente al hipervisor que los genera.

Tomando en cuenta los hipervisores considerados en este estudio, el servicio de Oracle, por medio de su sistema de LDom's sólo puede generar entornos de ejecución con sistema operativo Solaris en sus versiones 10 y 11, por lo que es el que presenta una menor compatibilidad. En contraste, los hipervisores Hyper V, vSphere y XenServer sólo tienen la limitante de no poder generar entornos de ejecución con arquitectura SPARC y se consideran más compatibles.

Una característica importante respecto a la compatibilidad se refiere a la migración de los entornos. Es decir, a la capacidad que tienen de trasladarse de un hipervisor a otro. Es necesario considerar la compatibilidad ya que existen cambios generalmente propiciados por el avance de la tecnología, en este aspecto, todos los hipervisores tienen compatibilidad entre sí mismos para versiones previas inmediatas y posteriores. Por lo tanto, el hipervisor vSphere es destacado ya que sus protocolos son reconocidos por otros hipervisores diferentes, posteriormente, el

Sistemas de virtualización de entornos

manejador de LDom's puesto que éste considera como parte de su funcionamiento la compatibilidad con sistemas con arquitectura inmediata anterior, además de que por su filosofía, los siguientes sistemas tendrán compatibilidad con los sistemas actuales, permitiendo así, la migración con requerimientos mínimos.

En cuanto a la compatibilidad del hipervisor con respecto al hardware, las principales manufacturas de hardware han considerado la integración del mismo propiciando así la compatibilidad entre las arquitecturas. Por ello, la compatibilidad se encuentra influenciada por el principal proveedor de hardware de procesamiento, es decir Intel [Intel Mar 2014]. Esto ha propiciado la integración y estandarización de las arquitecturas de hardware, por lo que la mayoría de los sistemas de virtualización tienen altas posibilidades de ser compatibles con el hardware que se utilice aunque se trate de proveedores diferentes.

El sistema de virtualización de Oracle, LDom's, para la arquitectura SPARC, se encuentra también disponible para su funcionamiento en una arquitectura Intel, por lo que esta solución muestra una clara ventaja respecto al resto de los servicios considerados.

El resultado de este análisis se puede apreciar en la tabla 3.14, la cual muestra los parámetros más importantes para la compatibilidad y si los hipervisores considerados satisfacen esta necesidad

Tabla 3.8 Características de compatibilidad de los hipervisores

Hipervisor	Hyper V	LDom's	vSphere	XenServer
Plataformas	Intel	Intel / SPARC	Intel	Intel / SPARC
Requiere S.O. Anfitrión	Sí	Sí	No	No
Variedad de entornos de ejecución	Sí	No	Sí	Sí
Compatibilidad con versiones anteriores	Sí	Sí	Sí	Sí
Compatibilidad con versiones	No definido	Sí	No definido	No definido

Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados

Hipervisor	Hyper V	LDom's	vSphere	XenServer
futuras				
Migración de entornos hipervisores semejantes	Sí	Sí	Sí	Sí
Migración de entornos hipervisores diferentes	No	No	Sí	No

Debido a que el producto que cuenta con mayores respuestas afirmativas a este análisis es vSphere, cuenta con una mejor compatibilidad frente a los requerimientos más indispensables que se pueden presentar en una organización. Esto es debido a que están enfocados al soporte de los servicios más comunes.

3.3.2 Análisis de seguridad

De acuerdo a las características de seguridad encontradas en referencias a mejores prácticas [Mejores Prácticas Mar 2014] [ISACA Marzo 2014], se determinan las características presentes en los hipervisores que permiten la satisfacción de los requerimientos de seguridad más importantes, estos son independientes del nivel de seguridad requerido en la organización que se implementa.

Las características de seguridad listadas se obtienen de las especificaciones técnicas de cada proveedor. En la tabla 3.9 de muestran éstas características.

Tabla 3.9 Características de seguridad de los hipervisores

Hipervisor	Hyper V	LDM'S	vSphere	XenServer
Utilización de dispositivos físicos de seguridad	No	Sí	No	No

Sistemas de virtualización de entornos

Hipervisor	Hyper V	LDOM'S	vSphere	XenServer
Utilización de dispositivos virtuales de seguridad	Sí	Sí	Sí	Sí
Acoplamiento a sistemas de almacenamiento y respaldo	Sí	Sí	No	No
Restricción de los recursos por hipervisor	Sí	Sí	Sí	Sí
Sistema de usuarios	Sí	Sí	Sí	Sí
Sistema de roles (funciones)	Sí	Sí	Si	Si
Actualizaciones periódicas	Sí	Sí	No	Sí
Posibilidad de estandarización de entornos	Sí	Sí	Sí	Sí
Control de acceso de algoritmo robusto	Sí	Sí	No	Sí
Registros de eventos configurables	Sí	Sí	Sí	Sí
Registro de eventos del	Sí	Sí	No	No

Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados

Hipervisor	Hyper V	LDOM'S	vSphere	XenServer
resto de la arquitectura				
Configuraciones de seguridad integrales (Auditoría)	Sí	Sí	No	No
Características de seguridad enfocadas a toda la arquitectura	Sí	Sí	No	No

En la tabla 3.9, es posible observar que los hipervisores que cuentan con una mayor cantidad de respuestas positivas tienen una tendencia a satisfacer los niveles de seguridad más exigentes así como los niveles más sencillos con un mejor cumplimiento. Los productos destacados en éste rubro son Hyper V y LDom's.

3.3.3 Análisis comercial

La adquisición de un sistema de virtualización en particular, a pesar de tener conocimiento de las características que se desean en el mismo, se vuelve una tarea con grandes dificultades ya que existen proveedores que cuentan con uno o varios métodos de adquisición de sus productos, entre ellos, la presencia de intermediarios, los cuales pueden proporcionar ventajas y desventajas en el momento de la adquisición.

La principal circunstancia en la que se encuentran intermediarios se suscita cuando se requiere la adquisición de productos al por menor, puesto que las grandes empresas generalmente no consideran a los clientes pequeños como un mercado objetivo. Es decir, utilizan a estos intermediarios para atender las necesidades del pequeño consumidor, de esta manera sólo atienden a grandes consumidores, situación que presenta ventajas y desventajas para el mercado mencionado.

Una de las principales ventajas de los intermediarios se refiere a las consultas que éstos realizan a los clientes, permitiéndoles así orientarlos hacia el mejor de los productos que podrían ofrecerles basándose en los requerimientos que éstos les plantean. La solicitud de múltiples consultas deriva en múltiples cotizaciones y soluciones, generando en primera instancia una

Sistemas de virtualización de entornos

mejor visión al cliente de sus requerimientos aunque también considera problemas al encontrarse en la situación de seleccionar una de las soluciones propuestas pero que finalmente la selección no sea la más adecuada a los requerimientos.

Otra gran ventaja de recurrir a intermediarios radica en los servicios adicionales que éstos pueden ofrecer a diferencia de los que brinda el proveedor principal. Es decir, extensión de garantías, contratos de soporte, inclusión de múltiples soluciones además de que algunos de ellos pueden contar con diversos proveedores tanto para una misma solución como para la integración de su solución con algunas otras adicionales.

La principal desventaja que se tiene con respecto a los intermediarios, generalmente se refleja en el costo de sus soluciones, ya que al requerir éstos de proveedores adicionales para ofrecer soluciones, encuentran su principal limitante al momento de la remuneración, por lo que estos servicios de consulta pueden tener costos elevados.

Dado que desde un punto de vista externo a los proveedores, es más sencillo observar el cómo éstos buscan atraer la atención de sus clientes, lo más asequible es comenzar el análisis comercial en este rubro.

Los recursos más utilizados por los proveedores de sistemas de virtualización originalmente son sus páginas de internet, ya que al estar enfocados a mercados institucionales, la búsqueda de sus productos y servicios comienza y converge en ésta primera impresión que muestran y se aprecia en las figuras 3.20, 3.21 3.22 y 3.23.

The image shows a screenshot of the Oracle website's product page for Oracle VM Server for SPARC. The page features the Oracle logo at the top left, a navigation menu with links like 'Products', 'Solutions', and 'Downloads', and a search bar. The main content area is titled 'Oracle VM Server for SPARC' and includes a sub-header 'Highly Efficient, Enterprise-class Virtualization Capabilities for Oracle's SPARC Servers'. Below this, there is a brief description: 'Create up to 128 virtual servers on one system to take advantage of the massive thread scale offered by SPARC servers and the Oracle Solaris operating system—at no additional cost'. A 'Data Sheet (PDF)' link is provided. A central graphic shows a server rack with three virtual machines running on it. To the right of the main content, there is a contact section with the phone number 'Oracle 1-800-633-1058' and social media links for Facebook and Twitter. Below the main content, there are tabs for 'Overview', 'Resources', and 'Comparisons'. The 'Overview' tab is active, showing a list of features: 'Consolidation of up to 128 virtual machines on one SPARC server' and 'High efficiency'. A 'What's New' section at the bottom right of the main content area announces 'Announcing Oracle VM Server for SPARC 3.1.1'. On the far right, there are two promotional banners: one for 'Virtualize 7-10x Faster Oracle VM' and another for 'Server Virtualization for Dummies Oracle Special Edition'.

Figura 3.24

Página de soluciones de Oracle

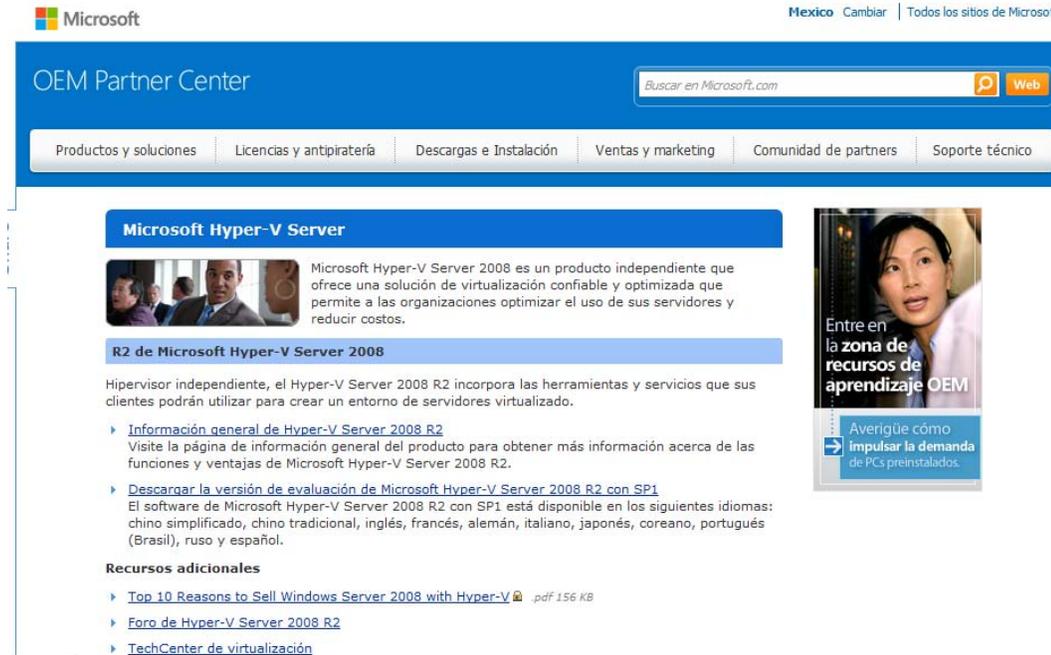


Figura 3.25 Página de solución de Microsoft



Figura 3.26 Página de solución de VMWare

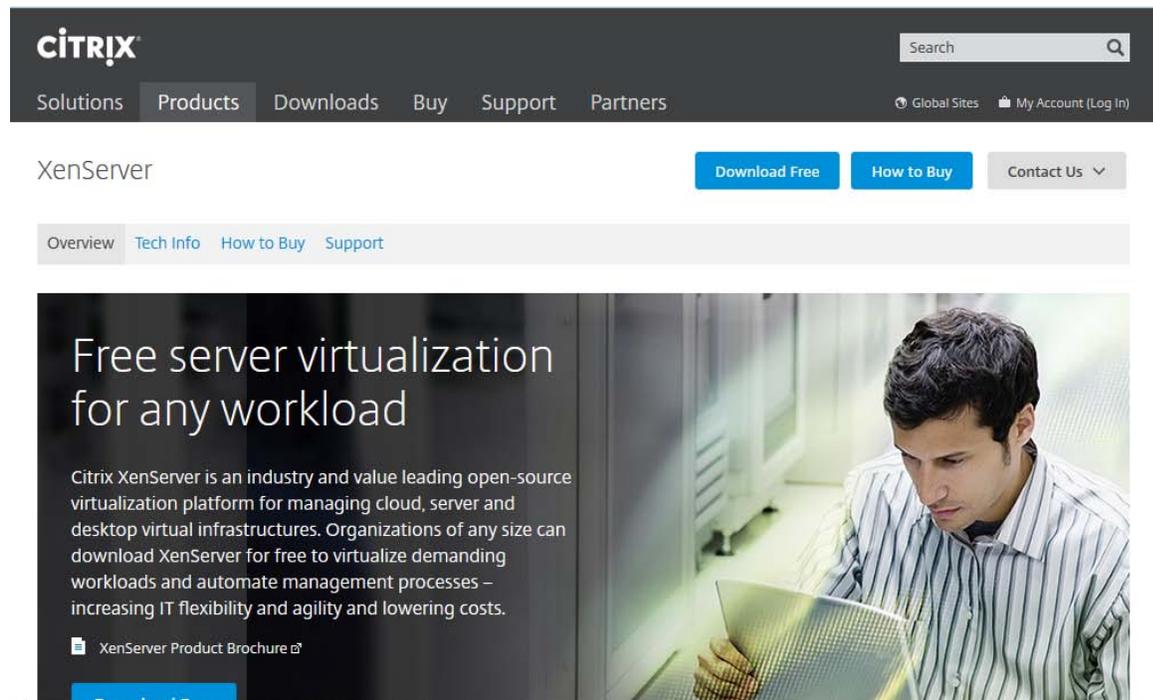


Figura 3.27 Página de solución de Citrix

En estas figuras 3.24, 3.25 3.26 y 3.27 se puede observar que uno de los principales objetivos de estos documentos, pretenden originalmente informar al consumidor especialmente acerca de las características que ofrecen sus productos. Las ventajas con las que cuentan además de las facilidades de obtención de los mismos, las características publicitarias se muestran generalmente poco relevantes ya que se encuentran enfocados al aspecto técnico de los productos.

Los mercados objetivo principales para este tipo de productos son las empresas e instituciones de tamaño mediano o superiores, por lo que buscan tener una presencia significativa en estos mercados. Estas empresas basan su publicidad en acciones que les permitan ser reconocidos en organismos de evaluación además de instituciones representativas en los diferentes entornos.

Ejemplos de estas acciones son la búsqueda de concesiones de proyectos en organizaciones como: dependencias gubernamentales, instituciones bancarias y empresas trasnacionales, las cuales, al tener buenos resultados, utilizarán las soluciones bien conocidas además de que repercutirá en la buena (o mala) referencia a instituciones semejantes.

La comparativa que se realizan para la licitación de estas concesiones es llevada a cabo por medio de demostraciones de los productos funcionando como parte de un sistema, enfocándose en satisfacer una cantidad limitada de requerimientos y siendo evaluados por parte de los

Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados usuarios finales del mismo, los cuales al concluir las pruebas definirán si el producto les es convincente o no para su implementación.

Otra manera en la que es posible para estas empresas realizar acciones sobre sus productos es mediante el uso de organismos evaluadores, los cuales comparan los productos de los proveedores basándose en diversos estudios de calidad (algunas de estas pruebas de calidad se encuentran relacionadas con las pruebas realizadas en éste trabajo. Es decir, pruebas semejantes con desarrollos más elaborados y resultados más precisos, además de pruebas enfocadas a otros parámetros). Tras estos estudios, es posible conocer los productos que tienen las mejores características y así suelen ser electos por los grandes consumidores para sus implementaciones.

En cuanto a la distribución de los productos analizados, ambos pueden ser obtenidos de manera sencilla por medio de una solicitud en sus respectivas páginas web así como la documentación necesaria para el funcionamiento de los mismos. Las versiones de prueba de éstos productos varían en cuanto a tiempo de prueba así como el soporte hacia las mismas, en general sus tiempos de prueba se limitan a 30 días después del momento de la instalación de los productos, en el caso de LDom's el cual no cuenta con licencia de prueba o definitiva.

La adquisición formal de estos productos se basa generalmente en dos opciones, las cuales son:

- Adquisición por medio de una compra en línea
 - Compra en formato descargable y pago de licencias en línea
 - Compra de medios físicos de los productos, con licenciamiento incluido en estos medios
- Adquisición por medio de una compra física
 - Por medio del proveedor principal
 - Por medio de un proveedor intermediario (vendedores al por menor por ejemplo)

Algo muy común al momento de la adquisición de este tipo de productos, es su adquisición indirecta, al ser estos componentes de una solución proporcionada por un proveedor, por lo que los medios físicos así como los licenciamientos se consideran como parte de un precio que engloba otros conceptos. Las principales ventajas de una adquisición por este medio, es primordialmente el análisis previo hacia la necesidad principal de un proyecto ya sea estático o continuo, la principal desventaja es la dependencia de estos proveedores a la entrega tanto de los productos como la habilitación de su solución. Además de que se pueden generar gastos adicionales, el más significativo de ellos es la mano de obra requerida para el desarrollo de su solución, el cual es indispensable cuando se consideran organizaciones que no cuenten con el personal necesario para el desarrollo del mismo.

La mayoría de los proveedores considerados cuentan con soluciones enfocadas en primera instancia para una gran gama de requerimientos de manera específica, los cuales son requeridos por instituciones o negocios de tamaño mediano (ver apéndice E) o mayor. Éstos pueden ser adquiridos por medio de contratos tanto directos con el proveedor principal o intermediarios enfocados a este tipo de mercado, en compensación, los proveedores también cuentan con versiones enfocadas para requerimientos limitados y generales, los cuales son requeridos por organizaciones de tamaño pequeño o menor y pueden ser adquiridos mediante ventas al por menor o asociados enfocados a los mercados con clientes pequeños.

De la misma manera que para este estudio se consideraron muestras de los productos seleccionados, éstas también se sometieron a un análisis comercial debido a que se trata de sistemas mínimos funcionales con las características necesarias para su operación (es decir, la virtualización de un entorno de ejecución con recursos determinados, ver Capítulo 2 apartado 2.2.2). Es pertinente concluir que las características comerciales para un sistema mínimo se pueden extrapolar a los sistemas más complejos ya que los proveedores brindan las mismas características comerciales a sus productos, es decir, contratos, garantías y otras facilidades para el cliente aunque con variaciones que se adecúan tanto al producto adquirido como a los servicios contratados, las características comerciales de los productos se listan en la tabla 3.16 [Referencias comerciales Marzo 2014].

Tabla 3.10 Principales características comerciales de los hipervisores

Hipervisor	Hyper V	LDOM'S	vSphere	XenServer
Costo monetario (Apéndice F)				
Precio al público (sistema mínimo)	\$ 882 USD	\$ 0 USD (Apéndice F)	\$ 4,019 USD	\$ 500 USD
Presencia comercial en mercados geográficos (Apéndice G)				
Presencia comercial en regiones generales de México	No	No	No	No
Presencia comercial en regiones clave	Sí	Sí	Sí	Sí

Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados

Hipervisor	Hyper V	LDOM'S	vSphere	XenServer
México				
Presencia comercial en regiones clave del mundo	Sí	Sí	Sí	Sí
Distribución				
Por internet (alcance mundial)	Sí	Sí	Sí	Sí
Física para regiones con presencia	Sí	Sí	No	No
Contratos				
De adquisición del producto	Sí	Sí	Sí	Sí
Garantía	Sí	Sí	Sí	Sí
Soporte remoto (alcance mundial)	Sí	Sí	Sí	Sí
Soporte físico en regiones con presencia	Sí	Sí	No	No
Soporte físico en áreas sin presencia	No	No	No	No

Hipervisor	Hyper V	LDOM'S	vSphere	XenServer
Consideraciones en el precio al momento de contrato (por medio de representante)	Sí	Sí	Sí	Sí
Consideraciones en el precio al momento del contrato (Adquisición en línea)	No	No	No	No
Actualizaciones para cambios de versiones	No	Sí	No	No
Mercadotecnia				
Enfoque del proveedor a pequeños consumidores	Sí	No	Sí	No
Enfoque del proveedor a medianos y grandes consumidores	Sí	Sí	Sí	Sí
Requerimientos técnicos				
Requerimientos específicos de hardware	No	Sí	No	No
Requerimientos específicos de	Sí	Sí	No	Sí

Ejecución de análisis, de pruebas, e interpretación de resultados

Hipervisor	Hyper V	LDOM'S	vSphere	XenServer
software				
¿El hipervisor brinda una solución integral por sí mismo?	Sí	Sí	No	No
Requerimiento de productos complementarios	No	No	No	Sí
Requiere un contrato obligatorio para su soporte	Sí	Sí	Sí	Sí

En la tabla 3.16, se observa que a pesar de que la mayoría de los productos cuentan con características comerciales semejantes, la principal característica que los diferencia es el enfoque hacia las pequeñas organizaciones ya que sólo los productos de Microsoft y VMWare se enfocan tanto a éstos mercados como a los mercados medianos y grandes. En otros rubros, la satisfacción de una necesidad integral con la utilización de una cantidad mínima de productos es lo que ha colocado al producto de Citrix, XenServer como el menos destacado del análisis debido a que requiere una cantidad mayor de productos para poder implementar un sistema mínimo de virtualización.

A pesar de que los productos tienen características comerciales muy semejantes, es posible que éstas se modifiquen cuando se consideran las siguientes circunstancias:

- Tipo de dependencia de la institución (gobierno, educación, asociado entre otros)
- Compra al mayoreo
- Alto consumo de productos (instituciones con grandes necesidades)
- Antigüedad de contratos con los proveedores principales o con asociados
- Canales de venta (asociados, distribuidores al por menor)
- Funcionalidades requeridas adicionales
 - Modalidades de alta disponibilidad
 - Respaldos con funcionamiento ininterrumpido

Sistemas de virtualización de entornos

- Acoplamiento a tecnologías específicas
- Servicios adicionales
 - Instalación
 - Soporte técnico presencial
 - Configuraciones sobre demanda
 - Gastos adicionales
 - Traslado de personal
 - Traslado de equipos

La cotización de un servicio a la medida para una institución de tamaño mediano o mayor (los cuales son el público objetivo de este trabajo) se conocen directamente al momento de presentar una necesidad tanto al proveedor principal como a los proveedores asociados, ya que éstos consideran en mayor parte los puntos listados anteriormente, estas consideraciones varían constantemente tanto con los proveedores como con los clientes que los requieren, por lo que los precios pueden ir desde los citados hasta precios millonarios adquiriendo grandes servicios de soporte, funcionalidades asociadas con necesidades específicas (de seguridad o de rendimiento por ejemplo) adquisición de productos adicionales (hardware específico, módulos adicionales, software adicional) entre otros.

Comercialmente, todos los productos tienen una presencia considerable en los mercados, especialmente Microsoft y VMWare, aunque aquellos con los que es posible encontrar mejores soluciones enfocadas a los contratos de adquisición y soporte son Oracle y Microsoft, ya que éstos se enfocan en brindar las soluciones integrales, a diferencia de Citrix y VMWare, que se enfocan en sólo el producto y servicio principales.

Capítulo 4: Metodología propuesta

Capítulo 4: Metodología propuesta

Para la selección adecuada de un sistema de virtualización, se recomienda la realización de los siguientes procesos, los cuales son ilustrados en la figura 4.1. Los procesos no descritos en la figura, se detallan en sus respectivos apartados. Los procesos post-selección no se detallan en éste trabajo ya que son llevados a cabo por cada institución de manera particular.

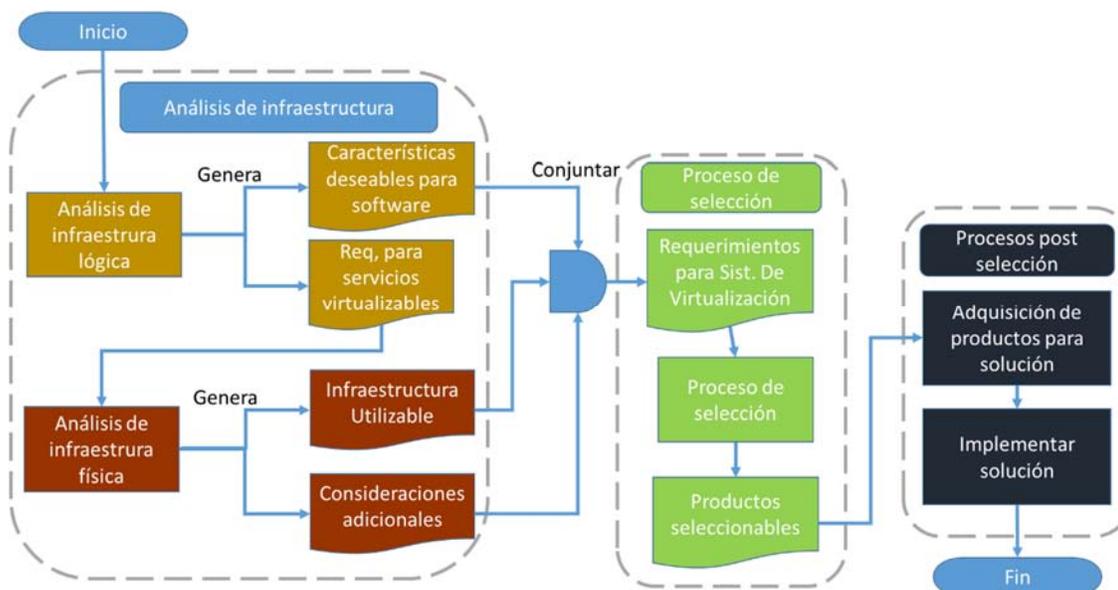


Figura 4.1. Proceso de implementación de solución de virtualización

En la figura 4.1, se muestra el diagrama de flujo de la implementación de una solución de virtualización, comenzando con el análisis de infraestructura (Capítulo 4, apartado 4.1) el proceso de selección para la solución (Capítulo 4, apartado 4.2) y los procesos posteriores a la selección. Se muestra la documentación obtenida y utilizada para cada proceso. El documento de requerimientos para los sistemas de virtualización se obtiene de la conjunción de los documentos referentes a: Características deseables para software, infraestructura utilizable y consideraciones adicionales.

4.1 Análisis de infraestructura

El objetivo de la utilización de un sistema de virtualización es la distribución eficiente de los recursos disponibles de cómputo para la satisfacción de una necesidad, la cual se refleja como un conjunto de aplicaciones ordenadas que permiten brindar uno o varios servicios finales.

Los recursos de cómputo administrados por un hipervisor, provienen de un conjunto de dispositivos de almacenamiento (discos, cintas y memorias no volátiles), procesamiento (procesador, memorias volátiles), red (dispositivos de acceso a medios de transmisión) y periféricos (no administrados por sistemas de virtualización), los cuales provienen de una infraestructura física y estipulan los límites en la implementación de un proyecto que los utilice. En cambio, tanto los servicios finales requeridos por la organización, así como aquellos servicios adicionales necesarios para la operatividad de los servicios finales, son parte de una serie de objetivos determinados por el giro de la organización y éstos se reflejan como servicios virtualizables (ver tabla 1.1, servicios virtualizables). Estos determinan una infraestructura lógica además de que tienen una cantidad de requerimientos determinados y son los que generan una necesidad de recursos de cómputo. Por lo tanto, el hipervisor se convierte en la entidad que debe tanto administrar correctamente los recursos físicos así como satisfacer íntegramente los requerimientos presentes en una infraestructura lógica.

Para realizar el planteamiento de un proyecto de virtualización es necesario realizar un análisis tanto de la infraestructura física como lógica, todo proyecto requiere un objetivo determinado y claro. Por lo tanto, se recomienda comenzar con un análisis de la infraestructura lógica por las siguientes razones:

- Determina el objetivo del proyecto a realizar
- Permite identificar la mayoría de los requerimientos del proyecto
- Permite determinar la utilidad de los recursos disponibles de las infraestructuras para el proyecto

Por estos motivos, las consideraciones hacia los análisis de infraestructura tanto física como lógica se describen a continuación.

4.1.1 Infraestructura lógica

La infraestructura lógica considera los siguientes rubros: el software disponible relacionado con los servicios que se desean brindar, el software necesario para la implementación de los mismos (auxiliar) y aquellos requerimientos no tecnológicos adicionales para que el sistema pueda implementarse en la organización, es decir, aquellos que no dependen ni del software ni del hardware, en otras palabras, la logística administrativa/operativa presente en la organización. Por ello dentro de un proyecto de virtualización se considera:

1. Software requerido (objetivo primordial del proyecto de virtualización)
 - 1.1. Software de aplicaciones finales
 - 1.2. Software de aplicaciones auxiliares
2. Software disponible (relacionado con el proyecto)
3. Consideraciones no tecnológicas (requeridas, tanto propias de la organización como recomendadas)

- 3.1. Protocolos
- 3.2. Estándares
- 3.3. Políticas
 - 3.3.1. Relacionadas con la infraestructura tecnológica
 - 3.3.2. No relacionadas con la infraestructura tecnológica
- 3.4. Prácticas recomendadas (mejores prácticas)
- 3.5. Reglamentaciones
- 3.6. Contratos

Dado que la infraestructura lógica se caracteriza por ser cambiante en periodos cortos de tiempo, es necesario considerar:

- El objetivo por el cual se plantea utilizar un sistema de virtualización, es decir, los servicios que se desean brindar y las aplicaciones con las que se implementarán, de los cuales, se debe tomar en cuenta:
 - Requerimientos de software, que implican lo siguiente:
 - Consultar al desarrollador de la aplicación (interno o externo de la organización)
 - Determinar el sistema operativo requerido en el entorno de ejecución necesario (lo que agrega más requerimientos de hardware)
 - Determinar la arquitectura de procesamiento requerida
 - Determinar las cantidades de: frecuencia de procesamiento, de memoria volátil y de espacio de almacenamiento
 - Determinar las características deseables del hipervisor (ver 4.2 características deseables, se consideran después del análisis de infraestructura física)
 - Determinar las versiones del software auxiliar adicional requerido (el cual agrega más requerimientos dentro de esta lista)
 - Considerar que sus reemplazos, actualizaciones y migraciones son prioritarias en un proyecto de virtualización
 - Requerimientos de hardware para los servicios (los cuales requieren ser administrados por la infraestructura de virtualización y provistos por la infraestructura física)
- Los requerimientos no tecnológicos, que son:
 - Requerimientos económicos (presupuesto, recursos disponibles)
 - Requerimientos de seguridad (nivel de seguridad requerido en el proyecto determinado por la organización)
 - Requerimientos relacionados a contratos y concesiones
 - Requerimientos de operatividad
 - Usuarios finales
 - Esquemas de disponibilidad

Sistemas de virtualización de entornos

- Utilización por parte de la organización
- Requerimientos relacionados al tiempo
 - Implementación
 - Tiempo de vida del proyecto

El análisis de la infraestructura lógica se lleva a cabo de la siguiente manera:

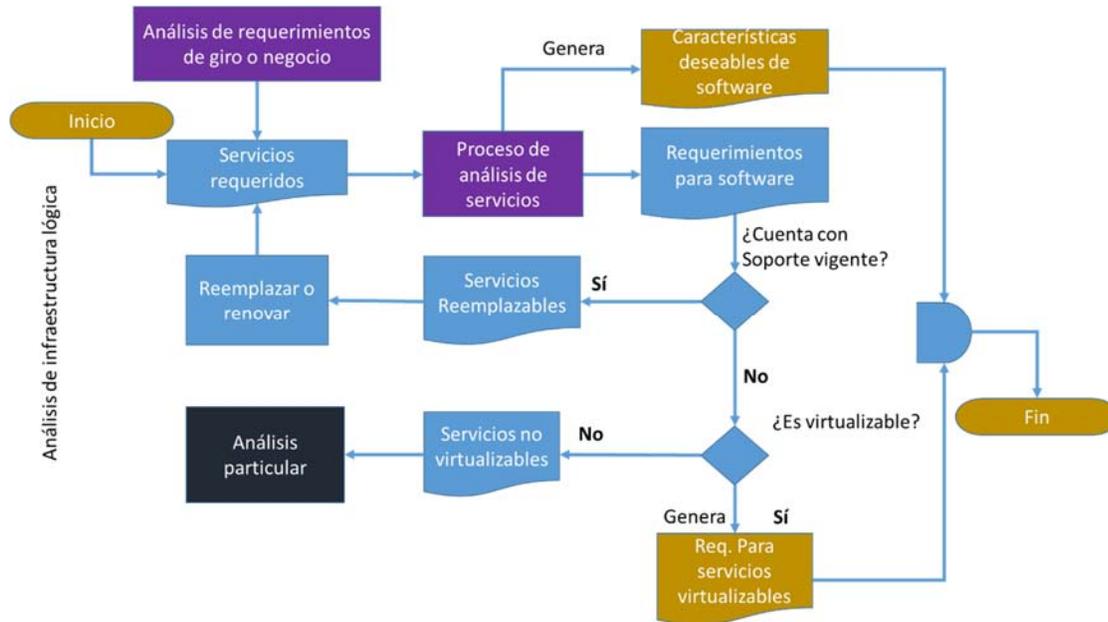


Figura 4.2. Análisis de infraestructura lógica

En la figura 4.2 se observan dos procesos independientes a la selección de un sistema de virtualización (mostrados en color morado). Estos procesos son parte de análisis de negocio y giro de la organización, los cuales deben definir de manera puntual los servicios requeridos para el cumplimiento de los objetivos de giro o negocio. El análisis de servicios es un análisis realizado para determinar los servicios necesarios para la organización así como la manera en la que se proporcionan. El análisis particular para los servicios no virtualizables (visualizado en color azul oscuro), representa un proceso adicional que permite la satisfacción de los requerimientos de la organización en cuanto a servicios no virtualizables (ver capítulo 1 Apartado 1.2). Los resultados obtenidos en cuanto a requerimientos de servicios virtualizables y características deseables para software se retoman en dos procesos diferentes: el análisis de la infraestructura física y la selección del producto de virtualización.

4.1.2 Infraestructura física

Dentro de un proyecto de virtualización, se considera como infraestructura física a los dispositivos de hardware enfocados al almacenamiento, procesamiento general y transmisión de datos, por lo que. Los elementos y características que deben tomarse en cuenta son:

- Dispositivos principales que cuentan con periodos de vida útil con plazos amplios, estos son:
 - Dispositivos de procesamiento general (servidores), los cuales tienen vida útil entre 4 y 8 años según su diseño y finalidad.
 - Arreglos de almacenamiento (opcionales) que tienen una vida útil cercana a los 20 años (considerando la durabilidad de los robots de cintas como el límite máximo de durabilidad de un sistema de almacenamiento en cintas)
- Dispositivos con periodos de vida inferiores a 5 años (consumibles) los cuales son utilizados y reemplazados constantemente (representan una fracción mayoritaria en los costos de inversión de mantenimientos) estos son:
 - Procesadores encapsulados (con periodos de vida medios cercanos a 4 años)
 - Tarjetas de memoria volátil (ídem procesadores)
 - Unidades de almacenamiento (con periodos de vida medios cercanos a los 5 años)
- Que su mantenimiento representa inversiones altas (entre 5% y 30% del valor de cada dispositivo, incluyendo mano de obra) pero sus periodos de mantenimiento son amplios (superiores a tres meses pero inferiores a un año).
- Siempre es finita y determinada, por lo que establece los límites para las características requeridas por los servicios solicitados.

Por lo tanto, es necesario considerar los proyectos enfocados hacia la infraestructura física, que son:

- De infraestructura de almacenamiento
- De infraestructura de procesamiento
- De infraestructura de red local (la que se requiere para el(los) sistema(s) de virtualización)

Las principales consideraciones que deben de tomarse en cuenta para contemplar los componentes como utilizables de una infraestructura física son:

- Los requerimientos de recursos de cómputo necesarios para los servicios que se desean brindar, determinados en el análisis de la infraestructura lógica, los cuales deben ser cubiertos completamente por el 50% de los recursos de la infraestructura física, de los

Sistemas de virtualización de entornos

cuales los restantes 20% se recomienda utilizar para flexibilidad del proyecto y 30% para disposición exclusiva de los servicios de virtualización.

- El tiempo de vida restante de cada elemento de infraestructura disponible se recomienda que sea superior al 25% o dos años de su vida útil total (el plazo más largo y son predefinidos por los proveedores).
- En el caso que uno o varios elementos no cumplan con los rubros anteriores, se recomienda la renovación de dichos elementos por nuevos que cumplan con las siguientes características:
 - Satisfacer los requerimientos de software
 - Se encuentren dentro de su periodo de soporte del proveedor (provisto por el mismo) y éste sea superior a 5 años

Para los casos en los que el proyecto de virtualización requiera una implementación temprana con respecto a un cambio de infraestructura física se sugiere considerar lo siguiente:

- Plantear el proyecto de virtualización a un plazo medio considerando posibilidades genéricas en el cambio de la infraestructura (menor a dos años, ver 4.2.3 compatibilidad)
- Considerar la compatibilidad a futuro del sistema de virtualización que se necesite o se utilice.

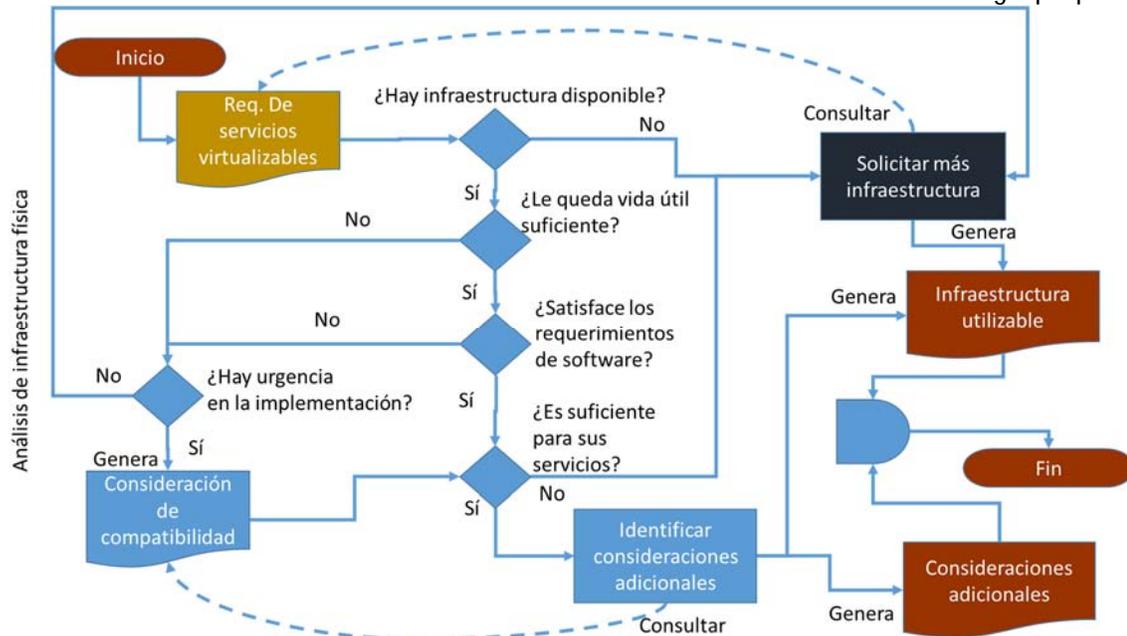


Figura 4.3. Análisis de infraestructura física

En la figura 4.3, se observa el análisis necesario en cuanto a la infraestructura física, toma como información requerida los requerimientos de servicios de software proveniente del proceso de análisis de infraestructura de software. El proceso se centra en verificar si existe infraestructura disponible y si ésta satisface íntegramente tanto los requerimientos de software como las condiciones mínimas de operatividad. Es importante resaltar que se toma en cuenta la urgencia de implementación del proyecto con el fin de cumplir con el mismo a tiempo, siempre y cuando la solución temporal esté prevista para menos de dos años. El proceso de solicitud de infraestructura nueva (color azul marino) hace referencia a un proceso particular de cada organización, no contemplado en este trabajo. Se tienen como resultados dos conjuntos de información, indicando la infraestructura utilizable así como las consideraciones adicionales al respecto, estos resultados se canalizan hacia el proceso de selección. Ejemplo de consideraciones adicionales son: presupuestos, costos, estándares, contratos, capacitaciones, tiempos de implementación o entidades custodias de la infraestructura.

Es posible observar la infraestructura disponible para éste proyecto en el capítulo 2, apartado 2.2 para efecto de ejemplificación en cuanto a recursos de infraestructura física.

4.2 Características deseables

Una vez conocidos los objetivos y requerimientos de la infraestructura lógica, así como los recursos disponibles dentro de la infraestructura física, es necesario determinar las

características deseables en un sistema de virtualización. Es importante resaltar que cada uno de los aspectos considerados resuelve una cantidad de necesidades genéricas y comunes para los proyectos que requieran una solución de virtualización, pero la integración de todas las características dentro de la infraestructura deberá lograr la satisfacción de las necesidades finales e integrales.

Los cambios que se tengan considerados en el proyecto tanto de infraestructura lógica como física se verán reflejados en las características deseables siempre y cuando estén integrados a la satisfacción de las mismas.

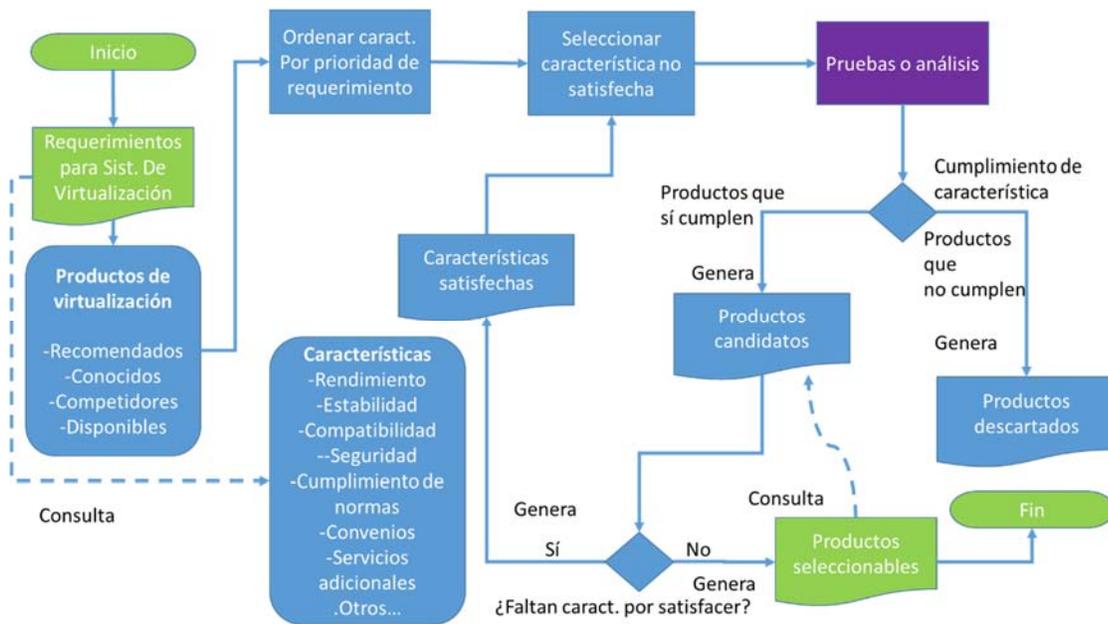


Figura 4.4. Proceso de selección de sistema de virtualización con base en características deseables

En la figura 4.4, se observa el proceso de selección de los productos para una solución de virtualización. Como información requerida se tienen: el conjunto de requerimientos de virtualización (resultado de los análisis de infraestructura), así como un conjunto de productos de virtualización disponibles o por adquirir. Los análisis o pruebas (color morado), indican procedimientos a realizar (como los realizados en éste trabajo) que permiten discriminar los productos posibles. Finalmente, se tiene como resultado un conjunto de productos recomendables que son candidatos a los procesos de adquisición e implementación del proyecto. Los rectángulos redondeados indican información generalizada a manera de ejemplo que generalmente no se encuentra completamente definida pero se define a partir de éste análisis.

A continuación se generalizan las características deseables en cuanto a los requerimientos de: rendimiento, estabilidad, compatibilidad, seguridad y aceptación y presencia comercial, así como consideraciones adicionales referentes a cada característica:

4.2.1 Rendimiento

El rendimiento es una característica prioritaria cuando una aplicación o servicio requiere una rapidez de respuesta prácticamente inmediata (menor a 5 segundos), pero a su vez el proceso para la obtención de los resultados tiene un gran requerimiento de operaciones aritméticas o lógicas. Ejemplos de ellos son:

- Aplicaciones orientadas a procesamientos gráficos
- Consultas a nivel de base de datos extensas
- Códigos con procesos iterativos extensos o complejos
 - Cientos operaciones por iteración
 - Operaciones exponenciales,
 - Operaciones trigonométricas
 - Operaciones logarítmicas
 - Operaciones diferenciales
 - Operaciones vectoriales

Las características a considerarse que influyen dentro del rendimiento, dentro de las infraestructuras física y lógica son:

- Infraestructura de Hardware
 - Procesadores
 - Cantidad
 - Frecuencia
 - Tamaño de memoria caché
 - Cantidad de operaciones por segundo
 - Disco duro
 - Velocidad de lectura y escritura
 - Velocidad de transferencia
 - Memoria volátil
 - Cantidad
 - Frecuencia
- Infraestructura de red
 - Medios utilizados
 - Estándares utilizados
 - Topología
- Software utilizado o requerido
 - Software enfocado al objetivo del proyecto

Sistemas de virtualización de entornos

- Software auxiliar al objetivo del proyecto

Los factores que influyen al rendimiento de un hipervisor son parte de sus características intrínsecas, las cuales se listan a continuación:

- Enfoque de producto hacia el rendimiento (característica proporcionada por el proveedor del producto o solución).
 - Características de manejo dinámico de recursos.
 - Manejo de recursos de cómputo compartidos.
 - Manejo de recursos de cómputo intercambiables.
- Arquitectura requerida de procesamiento (característica proporcionada por el proveedor del producto o solución).
- Utilización eficiente de los recursos que administra (pueden observarse mediante el uso y la realización de pruebas enfocadas al manejo de cada recurso como las realizadas en éste trabajo).

Se pueden considerar como ejemplos relevantes dentro de este estudio a los productos vSphere y XenServer ya que éstos presentaron mejores resultados en cuanto a rendimiento. Además cuentan con características entre las cuales son: el manejo dinámico de recursos entre entornos de ejecución, administración propia de volúmenes de almacenamiento virtuales y aprovechamiento de recursos de entornos de ejecución poco activos o inactivos.

4.2.2 Estabilidad

La estabilidad es una característica ocasionalmente contrapuesta a la característica de rendimiento, puesto que un manejo constante de los recursos generalmente complica un uso más veloz de los mismos.

Dentro de un proyecto de virtualización, es importante considerar la estabilidad como una característica prioritaria cuando:

- Las aplicaciones requieran la atención de una gran cantidad de usuarios simultáneos (más de 1000 por aplicación)
- Las aplicaciones tengan una gran cantidad de solicitudes (más de mil) hacia uno o más más componentes individuales (módulos de software aplicativo, bases de datos, archivos o servicios) simultáneamente
- Se requiera el cumplimiento de un estándar de alta disponibilidad (la estabilidad es un requisito)
- Los entornos de ejecución tengan una demanda de núcleos de procesamiento de la siguiente manera
 - Más de un entorno de ejecución por cada dos núcleos de procesamiento

Metodología propuesta

- Se requieren entornos de ejecución con ocho o más núcleos de procesamiento administrados por un solo hipervisor

Así como hipervisores, existen sistemas de cómputo, ya sea de hardware o software enfocados a una u otra característica, un ejemplo típico de ellos es la arquitectura de procesadores RISC, la cual se encuentra enfocada a la estabilidad, así como la arquitectura CISC se encuentra enfocada al rendimiento.

Es necesario determinar también el enfoque del producto hacia uno de los dos siguientes:

- Si el sistema debe estar enfocado al rendimiento a pesar de encontrarse más propenso a fallas de operación (ejemplo de estos proyectos son aquellos que se enfocan a la investigación o desarrollo)
- Si el sistema pudiera considerar velocidades de respuesta inferiores a cambio de contar con un sistema estable (sistemas críticos enfocados a la disponibilidad del servicio o con manejo de datos críticos)

Cabe mencionarse que sistemas con ambas características (rendimiento y estabilidad) se encuentran disponibles en el mercado pero su adquisición representa una inversión más alta ya que se trata de productos de software y dispositivos de hardware dedicados.

Existen productos con la versatilidad de selección entre el rendimiento y la estabilidad del mismo, ejemplo de ellos es el producto vSphere así como el producto XenServer, los cuales pueden generar entornos de ejecución tanto enfocados a la estabilidad como al rendimiento, por lo que esta versatilidad les permite cubrir dos necesidades diferentes con un mismo producto.

De los productos analizados, se encontraron aquellos que tienen como una de sus prioridades la estabilidad, son tanto el producto LDom's como Hyper V. A pesar de que su rendimiento no fue destacado, su estabilidad es la característica que les permite a largo plazo tener una mayor confiabilidad para el uso de los recursos. Como resultado de las pruebas de rendimiento realizadas, los comportamientos de ambos productos presentaban resultados semejantes conforme al aumento de las iteraciones de cada prueba, además de que conforme la prueba incluía más iteraciones, las diferencias entre los rendimientos era cada vez menor.

4.2.3 Compatibilidad

Uno de los factores más relevantes para la selección de un producto de virtualización es la compatibilidad, puesto que esta característica es la que permite a la solución:

- Contar con variedad amplia de tecnologías posibles para implementar dentro de proyectos presentes o futuros.
- Brindar la posibilidad de escalabilidad del sistema.

Sistemas de virtualización de entornos

- Realizar cambios dentro de la solución tanto durante su implementación como después de la misma con el mínimo impacto (mejora continua).
- Migrar la solución entre tecnologías (cambios dentro del sistema de virtualización utilizado).
- Admitir más de un sistema de virtualización diferente (en cuanto a versiones, o productos).

Por lo tanto un producto debe seleccionarse basándose en las principales necesidades de compatibilidad requeridas, ya que en general no siempre es posible cubrir todos los aspectos con un solo producto, por esto, lo más importante es seleccionar el producto que cumpla con la mayoría de características necesarias así como que éstas características sean indispensables.

Es importante resaltar que las características de compatibilidad deseadas más comunes y que conllevan a la mejor selección son aquellas enfocadas en la utilización de los recursos disponibles así como la adaptabilidad del proyecto a nuevas necesidades. Por lo tanto, enfocar el proyecto hacia la escalabilidad y portabilidad tiene gran importancia, ya que aunque implican una inversión mayor a corto plazo, también generan un ahorro considerable a mediano y largo plazo. De esta manera el proyecto se adapta más fácilmente a necesidades no contempladas o requeridas inicialmente.

El producto que logró demostrar una mejor compatibilidad en este estudio, fue el producto de VMware vSphere, ya que muchas de sus tecnologías se han convertido en una referencia importante en cuanto a virtualización. Ejemplo de esto es la compatibilidad que se encontró en los hipervisores Hyper V y XenServer para soportar imágenes de máquinas virtuales de VMware. Además de que permite abiertamente la compatibilidad de sus productos con productos adicionales de otros proveedores, como sistemas operativos Linux, y características enfocadas a sistemas operativos de Microsoft así como la integración a gestores de almacenamiento. Por lo tanto, productos con características de compatibilidad semejantes a éste representan una de las mejores opciones para la implementación.

4.2.4 Seguridad

Los requerimientos de seguridad provienen de proyectos adicionales enfocados a la seguridad informática de la organización (infraestructura lógica no tecnológica ver 4.1.1), ya que la seguridad de la información depende tanto de los sistemas informáticos que se utilicen dentro de la organización así como las consideraciones no tecnológicas que la institución requiere.

La seguridad es una segunda característica (siendo la estabilidad la primer característica mencionada) indispensable en todo sistema de cómputo que se contrapone al rendimiento, ya que la implementación de infraestructura física o lógica de seguridad implica un consumo de recursos de cómputo dedicados a éste fin.

Una vez conocidos los requerimientos de seguridad dentro de la institución, se vuelve fundamental la selección del sistema de virtualización que mejor se adapte al mismo.

Algunas de las características de seguridad pueden ser satisfechas por los hipervisores, algunas otras por el resto de la arquitectura del sistema de virtualización, el resto de ellas deben ser cubiertas por el entorno en donde se utiliza ésta arquitectura es decir la organización.

Las necesidades de seguridad se encuentran en conflicto con algunas otras necesidades dentro del proyecto de virtualización, por lo que es necesario considerar las siguientes características:

- Compatibilidad
 - Arquitectura de virtualización disponible
 - Plataforma de procesamiento
 - Entorno requerido de ejecución
 - Aplicaciones finales
- Rendimiento
 - Agregado de cargas de procesamiento adicionales
 - utilización de recursos del entorno de ejecución virtual para satisfacer necesidades de seguridad
- Recursos disponibles
 - Infraestructura física computacional
 - Infraestructura de software requerida
 - Infraestructura de comunicaciones

La selección de éste recurso debe encontrarse en un punto medio que tenga la satisfacción de la necesidad de seguridad así como las necesidades adicionales. En el caso de que una necesidad ajena a la seguridad tenga una prioridad más alta (por ejemplo un servicio cuya prioridad sea compatibilidad con respecto a seguridad), la seguridad debe satisfacerse por el resto de la arquitectura de virtualización o las consideraciones no tecnológicas de la organización (ver capítulo 2, apartado 2.3).

Los productos que obtuvieron un mejor enfoque hacia la característica de seguridad, fueron tanto el producto de Oracle, LDom's, así como el producto de Microsoft Hyper V. Estos, están enfocados en crear una arquitectura administrada por una sola entidad, desde el hardware hasta los aplicativos finales como parte de un conjunto integrado. Además, al tomar en cuenta todos los niveles de la arquitectura, es posible agregar características de seguridad manuales, es decir que influyen en más de un nivel de la arquitectura y son administradas desde una misma entidad (en estos casos el sistema operativo anfitrión).

4.2.5 Características comerciales

La presencia en el mercado de cualquier producto generalmente influye en la selección del mismo. A pesar de esto, las características con las que cuenta pueden encontrarse lejos de ser las mejor adaptadas a la necesidad de un proyecto de virtualización particular.

Los métodos de difusión comercial de los productos se vuelven relevantes para la selección del producto mejor adaptado a las necesidades de un proyecto de virtualización. Estos medios son los que permiten conocer, en primera instancia, las características superficiales requeridas en el Hipervisor. Una vez que los productos cumplan con las características superficiales, es necesaria la adquisición de las características particulares de los requerimientos. Ocasionalmente estas características no se encuentran en una difusión pública, por lo que es necesario solicitarlas directamente con el proveedor, en el caso de no contar con ellas, el producto debe descartarse ya que no se tiene la certeza de si se acoplará de la mejor manera a la necesidad planteada.

En el caso de que existan múltiples productos con las características necesarias para su correcta implementación dentro del proyecto, su presencia en el mercado se convierte en un factor posible para la selección del mismo, puesto que es más factible la posibilidad de obtener mejores condiciones de servicios.

La adquisición de un sistema de virtualización implica varias características comerciales a considerar, de entre ellas, las más relevantes son:

- Presupuesto contemplado para el proyecto
- Método de adquisición de los componentes
- Contratos con los distribuidores
- Garantías
- Soporte
- Plazos del proyecto
- Flujo de los recursos económicos

En cuanto a características comerciales se refiere, todos los productos estudiados tuvieron un resultado semejante, ya que no solo los precios o inversiones son requeridos en un proyecto de ésta índole. Es decir, las características adicionales por las que un cliente puede obtener servicios necesarios que implicarían tanto una mejora en el uso de su producto, como la certeza de que el proyecto podrá cumplir con las características de disponibilidad para su adquisición que éste requiera.

4.3 Productos recomendables

Basándose en los resultados obtenidos en el capítulo 3, es importante considerar a los productos con mejores resultados en general, ya que éstos tienen una mayor posibilidad de satisfacer una gama de necesidades amplia.

Los resultados integrales son:

Tabla 4.1 Resultados integrales de los productos analizados

Característica	Hyper V	LDom's	vSphere	XenServer
Rendimiento	X	X	O	O
Estabilidad	O	O	X	X
Compatibilidad	X	X	O	X
Seguridad	O	O	X	X
Comercial	O	O	O	O
Calificación	3/5	3/5	3/5	2/5

O= presentó un resultado destacado

X= Tiene un área de oportunidad en ésta característica

En la tabla 4.1, se observan los resultados de las pruebas y análisis realizados, el resultado general indica que ningún hipervisor tuvo un resultado destacado en todas las pruebas o análisis realizados. En contraste, las características comerciales de todos los hipervisores analizados fueron semejantes y destacables, además, el Hipervisor vSphere fue el único que destacó en el análisis de compatibilidad.

Cabe mencionar que los productos seleccionados pueden no haber cumplido con resultados destacados en todas las características, pero como ya se ha mencionado, la selección de la mejor solución es la que se adapta a una mayor cantidad de necesidades. Aquellos que obtuvieron mejores resultados, tienen una mayor posibilidad de cubrir la mayoría de las necesidades por abundantes que éstas sean para una institución o negocio.

Sistemas de virtualización de entornos

Es importante considerar que las necesidades, como ya se ha mencionado, provienen de los objetivos de giro o negocio en la institución. Estas necesidades provienen de proyectos adicionales, entre los cuales se consideran:

- Aplicaciones
 - Aplicaciones privadas (de uso interno)
 - Aplicaciones públicas (para uso del público en general)
- Proyectos de mejora
 - Adaptaciones a nuevas necesidades
 - Migraciones
 - Modernizaciones
- Proyectos de seguridad
 - Seguridad institucional
 - Seguridad de información (general)
 - Seguridad de datos
- Proyectos de infraestructura
 - De hardware
 - De red
 - Centros de cómputo

Conclusiones

Conclusiones

Con fundamento en los objetivos particulares planteados en este trabajo de tesis, se logró lo siguiente:

Como cumplimiento al objetivo particular 1, se conocieron las necesidades generales más relevantes de las instituciones y negocios de tamaño mediano o mayor ya que estas empresas tienen la capacidad de adquirir soluciones de virtualización y utilizarlas para:

- Brindar servicios a una cantidad de usuarios simultáneos por servicio semejante o superior a 50
- Un flujo de datos entre los usuarios y un servicio, cercano o superior a 100 MB por hora
- Un crecimiento de utilización de almacenamiento cercano o superior a 1 GB por día
- Proporcionar más de un servicio por cada equipo físico adquirido o por adquirir

Estos servicios, los cuales son comunes e independientes del giro de la organización son: generación, edición, procesamiento, almacenamiento, resguardo, organización, transferencia y seguridad de datos. Por lo tanto, se determinaron las características deseables más importantes y más solicitadas en un producto para una solución de virtualización, las cuales son: el rendimiento, la estabilidad, la compatibilidad, la seguridad y sus características de aceptación y presencia comercial

Como cumplimiento al objetivo particular 2, se conocieron las plataformas comerciales con mayor presencia en los entornos institucionales o de negocios, las cuales son utilizadas en una solución de virtualización. El conocimiento de las características particulares de las mismas permitió conocer varias de las diferencias encontradas en los productos analizados, estas características son: documentación, implementación y administración de dichos productos.

Para la satisfacción del objetivo particular 3, se realizaron tanto pruebas como análisis que permitieron realizar una comparativa entre los productos seleccionados, los criterios de medición y comparación propuestos, permitieron determinar de manera puntual si un hipervisor es destacable en comparación con otro, con una diferencia perceptible.

La satisfacción del objetivo particular 4, se logró de la siguiente manera:

Los resultados de las pruebas y análisis planteados en este trabajo de tesis, permitieron observar de manera tanto superficial (perceptible para personas con conocimientos técnicos mínimos en el área) como detallada (con resultados cuantitativos con posibilidad de someterse a análisis intensivos y diversos) las diferencias presentes en cuanto a rendimiento y estabilidad de los productos estudiados. Es decir, los productos que mostraron un mejor rendimiento, terminaron las tareas programadas de las pruebas en tiempos menores a aquellos que no destacaron en este

Sistemas de virtualización de entornos

rubro, por lo que un sistema de virtualización con rendimiento destacado será capaz de atender una cantidad considerable (más de un millón) de procedimientos complejos (con más de cien iteraciones de operaciones lógico aritméticas) en un tiempo considerablemente corto (un segundo). Esto, en un entorno operativo, mostrará una respuesta ágil frente a una gran cantidad de solicitudes.

Los productos que presentaron una mejor estabilidad, lograron tener un uso constante de la memoria volátil en un menor tiempo, lo que significa que dichos productos en un entorno operativo, no generarán problemas de falta de atención a procesos durante intervalos de tiempo considerables (mayores a 5 segundos) frente a una gran cantidad de peticiones (más de un millón), lo cual se refleja como una ejecución ininterrumpida en la atención de las peticiones y son requeridos para servicios que necesitan tener asegurada su disponibilidad a pesar de su uso intensivo.

Las características de seguridad más relevantes que permitieron determinar a los productos destacados se basan en la administración de funciones, protocolos, usuarios y privilegios, así como el enfoque del producto hacia una administración centralizada e integrada con el resto de la arquitectura de virtualización. Esto permite tanto encontrar como mitigar, las vulnerabilidades dentro de los productos de virtualización de una manera eficiente y así satisfacer un nivel de seguridad requerido.

La compatibilidad es uno de los rubros más determinantes para la selección de un sistema de virtualización, ya que es afectado tanto por la necesidad del proyecto como por el tiempo en el que éste se implementa. Por lo que la característica de migración es la que permite a los productos destacar.

Una presencia y aceptación comercial de un producto de virtualización suele ser una de las características más fácilmente observadas por los usuarios consumidores, las características que permiten destacar comercialmente a un producto son: el enfoque al giro y el tamaño de la organización que lo requiere, así como los servicios adicionales que permiten al consumidor contar con un respaldo tanto técnico como documental que le permitan cumplir con el objetivo final para el que el producto es adquirido.

Como cumplimiento del objetivo particular 5, se estableció una metodología detallada que permite determinar las necesidades iniciales para la selección de un sistema de virtualización así como la satisfacción de requerimientos generales para su implementación. Se detallaron las características de: rendimiento, estabilidad, seguridad, compatibilidad y comerciales.

Como satisfacción del objetivo general, se consideran satisfechos los objetivos particulares así como la elaboración de una metodología de selección para sistemas de virtualización de entornos.

Otra conclusión importante se refiere a la duración de las pruebas de estrés, las cuales muestran resultados más fácilmente diferenciables cuando se realizan en intervalos de tiempo menores a 5 minutos para las pruebas de escritura en disco y 1 minuto para las pruebas de utilización de procesador. En caso de que se requiera plantear nuevas pruebas de rendimiento, es indispensable considerar éstos tiempos de duración de las pruebas como tiempos máximos para que los resultados sean perceptibles y objetivos en cuanto a tiempos de finalización de tareas. Sin embargo esto lleva a observar que si bien al inicio de la prueba los procesadores difieren en tiempo de finalización, al aumentar el volumen de iteraciones el tiempo de finalización tiende a ser cada vez más similar entre los diferentes hipervisores.

Tomando en cuenta que las pruebas fueron planteadas con lenguajes de programación a nivel de usuario, el funcionamiento y resultado de las mismas no se ven afectados por la utilización de lenguajes de programación enfocados a la interacción directa con los componentes de hardware, ya que a pesar de mostrar un tiempo de ejecución distinto, la diferencia entre los resultados se presenta escalada. Por lo tanto, los dispositivos de hardware virtuales generados por los hipervisores cuentan con limitantes establecidas, tanto por ellos mismos como por el hardware real que administran, estas limitantes son independientes al software que las utiliza (un objetivo implícito de las pruebas es determinar éstos límites).

A pesar de que las pruebas de estrés ejercidas en los entornos de ejecución virtuales, reflejaron un consumo alto de sus recursos, éste comportamiento no repercutió ni en los hipervisores ni en los sistemas operativos anfitriones utilizados. Esto demuestra que la virtualización es una tecnología estable y recomendable para el uso organizacional.

Adicional a esto, se encontraron resultados no previstos ni contemplados en las expectativas iniciales, estos resultados se debieron a la característica de los hipervisores de la compartición dinámica de recursos. Esto tuvo como consecuencia la obtención de resultados destacados de rendimiento a costa de perder parte de la estabilidad del entorno. Cabe mencionarse que éstos resultados ocurrieron en una de cada 20 pruebas realizadas y fueron la causa de que el producto vSphere tuviera un resultado destacado en cuanto a rendimiento, el cual se reflejó en todas las pruebas a las que fue sometido. En contraste, los productos de Microsoft Hyper V y Oracle LDom's, los cuales no cuentan con éstas características, en ninguna de las pruebas de rendimiento mostraron un resultado destacado.

Tomando como fundamento los desarrollos que se presentan actualmente en la electrónica, se tiene un impacto directo en la computación, generando así una tendencia hacia la utilización de nuevos materiales para la elaboración de los dispositivos electrónicos, por lo menos con una de las siguientes finalidades:

- El aumento del grado de integración de los elementos electrónicos.

Sistemas de virtualización de entornos

- La utilización más eficiente de los recursos requeridos por los componentes computacionales (energía, materiales o adecuaciones ambientales).

Ambas tendencias están enfocadas a la creación y en su momento, la comercialización de equipos de cómputo con cada vez más recursos. Ambas contrastan con las tendencias de los productos de software, los cuales se encuentran enfocados a una utilización más eficiente de los recursos de hardware. Esta contraposición de objetivos propicia una disposición cada vez más amplia de recursos computacionales, por lo que la virtualización, la cual también se compone de software utilizado para éste fin, se adapta a los cambios de la tecnología y se encuentra presente para la utilización óptima de los recursos de cómputo. Por lo tanto es una tecnología que seguirá persistente en los entornos organizacionales.

La persistencia de la utilización de soluciones de virtualización propicia cambios tanto en los productos existentes para su mejora, la utilización de características novedosas, enfoques a nuevos requerimientos y de la misma manera, el surgimiento de nuevos productos tanto de proveedores presentes en éste mercado, así como proveedores que buscan emprender en el mismo. Esto propicia que las soluciones de virtualización cada vez cuenten con una mayor variedad de productos y características disponibles. Por esto, se vuelve importante contar con una metodología de apoyo que permita a un consumidor potencial la selección del producto que mejor se adapte a sus necesidades o acotar sus opciones para reducir el tiempo de la selección del mismo.

Apéndice

Apéndice

Apéndice A Capas de funcionamiento de los sistemas operativos

Las capas de operación dentro de un sistema operativo se definen de la siguiente manera:

- Hardware: Son todos los componentes físicos que cumplen con alguna de las cuatro siguientes funciones:
 - Ingreso y salida de datos (periféricos de entrada y salida, los cuales son: dispositivos de interacción humana así como dispositivos de interacción mecánica)
 - Procesamiento de datos (procesadores y dispositivos de almacenamiento volátil)
 - Almacenamiento de datos (Dispositivos de almacenamiento, con tecnologías mecánicas, eléctricas, magnéticas y ópticas)
 - Transferencia de datos (interfaces de acceso a medios de transmisión)
- Núcleo (Kernel): Se define como la configuración de software en un componente de hardware encargado de transformar todos los datos ingresados por un software adicional y traducirlos a señales eléctricas para la operación del hardware.
- Coraza (Shell): Se refiere a un componente de software que proveen una interfaz de usuario para acceder a las funciones del hardware por medio de comandos preestablecidos a través del Kernel del sistema operativo, estos componentes están diseñados para proteger los componentes de hardware traduciendo los datos ingresados por los usuarios o aplicaciones a datos de operación del Kernel.
- Aplicación: Componente de software que permite a un usuario interactuar por medio de los dispositivos de entrada y salida con el equipo para que éste cumpla una tarea requerida.

Apéndice B Códigos fuente utilizados para las pruebas planteadas

Código utilizado para el cálculo de la raíz cuadrada de un número (referido en la prueba de procesamiento)

```
#include <stdio.h>

/*Programa para calcular la raíz cuadrada de un número real*/

/*Función para calcular la razón cuadrada de un número real*/

double sqrtot (float m)
{
    float i=0;
    double x1,x2;
    long int j=0;

    while( (i*i) <= m )
        i+=0.1;

    x1=i;

    for(j=0;j<100000;j++)
    {
        x2=m;
        x2/=x1;
```

```
        x2+=x1;

        x2/=2;

        x1=x2;

    }

    return x2;
}

/*Función principal*/

int main ()
{
    double num,ans;

    ans = sqrt(39846315); /*número grande arbitrario*/

    return(0);
}
```

Códigos para Hyper V (Archivos BAT para DOS)

```
echo off

::Entorno Microsoft DOS

::programa para comprobar la velocidad de lectura y escritura en disco
```

```
::escribe la cadena citada en el archivo

::Inicialización de las variables involucradas

set %i num=0;

::inicio de la prueba

echo %time% > inicioesc.txt

FOR /L %%i IN (1,1,100000) DO echo 1234567890 >> archivo.txt

::guarda el inicio de la prueba

echo %time% > finesc.tx
```

```
echo off

::Entorno Microsoft DOS

::programa para comprobar la velocidad de lectura y escritura en disco

::escribe la cadena citada en el archivo

::Inicialización de las variables involucradas

set %i num=0;
```

```
::inicio de la prueba

echo %time% > inicioesc.txt

FOR /L %i IN (1,1,100000) DO echo 1234567890 >> archivo.txt

::guarda el inicio de la prueba

echo %time% > finesc.t
```

```
::Archivo de medición de memoria RAM

::Plataforma Microsoft DOS

::

::Requiere un programa adicional con requerimientos altos para su funcionamiento

::

@echo off

Setlocal EnableDelayedExpansion

del uso.txt

del tiempo.txt

::Definición de variables

set %i num=0;
```

```
::inicio del programa seleccionado

start cmd /c "c:\Program Files (x86)\Mozilla Firefox\firefox.exe"

echo inicio ciclo

for /L %%i in (1,1,200) DO (echo %%i

echo !time! >> tiempo.txt

tasklist | find "firefox" >> uso.txt

);

echo fin del ciclo

echo !time
```

:Programa de transferencia de archivos automatizado

::utiliza el protocolo FTP

::Variables para el programa

echo %time% > iniciotrans.txt

ftp -v -i -s:ftpscript.txt 10.2.3.67

echo %time% > fintrans.tx

::nombre de usuario y contraseña ejemplificativos

nombreDeUsuario

```
contraseña123  
  
put archivogrande.txt  
  
disconnect  
  
by
```

Códigos para LDOM'S, vSphere, Encentar (Archivos SH para UNIX)

```
#!/bin/sh  
  
#Programa Para medir la velocidad de escritura en disco  
  
#utiliza Comandos de UNIX estándar  
  
  
#marca HORA DE Inicio  
date +%H:%M:%S:%N > inicioesc.txt;  
  
date;  
  
for i in {1..500000}  
  
do  
  
#echo "line $i";  
  
echo "123456789 " >> archivo  
  
done;  
  
date +%H:%M:%S:%N > finalesc.txt;  
  
exit 0
```

```
#!/bin/bash

#Programa iterativo de cálculo de raíz para medir la
#utilización del procesador
#Utiliza comandos de UNIX estándar
#Inicio de ejecución

date +%H:%M:%S.%N > inicioesc.txt;

date;

for i in {1..10000};

do

./sqrt2.o

echo "linea $i"

done

#Fin de ejecución

date +%H:%M:%S.%N > finalesc.txt;

exit 0;
```

```
#!/bin/sh

#programa para medir el uso de la memoria RAM de una aplicación durante un
#tiempo determinado

#Programa arbitrario para la medición de la utilización de la memoria RAM
```

```
firefox &

for i in {1..200}
do
echo $(date +%H:%M:%S.%N) $(ps -HI | grep -i firefox) >>uso.txt

don
```

```
#!/bin/sh

#programa para medir la velocidad de transferencia de un archivo

#carga de variables de entorno

#Dirección IP, usuario y contraseña ejemplificativos

export HOST=10.1.1.1

export USER=nombreDeUsuario

export PASSWD=contraseña123

export FILE=/export/home/archivoGrande.file

#Inicio de la transferencia

date +%x_%H:%M:%S.%N > iniciotrans.txt
```

```
ftp -n $HOST << END_SCRIPT #termina la ejecucion con ftp  
  
quote user $USER  
  
quote PASS $PASSWD  
  
put $FILE archivoGrande.file  
  
quit  
  
END_SCRIPT  
  
date +%x_%H:%M:%S.%N >finaltrans.txt  
  
exit
```

Apéndice C Instalación y componentes de hardware

Para la arquitectura de virtualización, se consideraron los siguientes equipos de tipo servidor, lo que se aquí se muestran, son las características de los servidores empleados en las pruebas para éste trabajo y queda a discreción del usuario utilizarlo.

Uno de los objetivos de las pruebas realizadas, consiste en la apreciación de la diferencia entre el uso de los recursos de la infraestructura física, por lo que es posible considerar cualquier hardware compatible con los hipervisores que se deseen someter a éstas pruebas.

- Sun Blade T5120 SPARC
 - Procesador: Ultra SPARC a 1.4GHz 8 núcleos con 8 hilos de ejecución cada uno
 - Memoria RAM: 32GB
 - Red: Tarjeta Ethernet 10/100/1000 Mbps
 - Disco: 120GB con sistema de archivos ZFS

- HP Proliant 380p Gen 8,
 - Procesador: Intel Xeon E-2600 a 3.5Ghz con 12 núcleos
 - Memoria RAM: 32GB
 - Red: Tarjeta Ethernet 10/100/1000 Mbps
 - Disco: 500GB con los siguientes sistemas de archivos:
 - NTFS para los entornos de Hyper V-V y VSphere
 - ReiserFS para el entorno XenServer (Linux)

Apéndice D Requerimientos de instalación de hipervisores

Para esta sección se consideran los requerimientos mínimos para la correcta ejecución del sistema de virtualización, siendo datos dados por el proveedor del sistema de virtualización. Cabe mencionar que se ha empleado los servidores del apéndice a, con ello puede ejecutar estos ambientes.

Solaris LDOMS

Oracle Solaris 11 se instala en una agrupación de almacenamiento ZFS denominada **agrupación raíz**. Los requisitos de instalación de la agrupación raíz son los siguientes:

- **Memoria:** el requisito mínimo de memoria es de 1 GB. La imagen ISO de Live Media y los instaladores de GUI y de texto pueden funcionar con una cantidad de memoria limitada. Los requerimientos exactos varían según las especificaciones del sistema.
- **Espacio en el disco:** se recomienda tener, al menos, 13 GB de espacio en el disco. El espacio se consume del modo siguiente:
 - **Área de intercambio y dispositivo de volcado:** los tamaños predeterminados de los volúmenes de volcado e intercambio creados por los programas de instalación de Solaris varían según la cantidad de memoria disponible en el sistema y otras variables.

Tras la instalación, puede ajustar los tamaños de los volúmenes de intercambio y volcado según sea necesario, siempre que los nuevos tamaños permitan el funcionamiento del sistema.

- **Entorno de inicio (BE):** un entorno de inicio ZFS tiene aproximadamente entre 4 y 6 GB. Cada entorno de inicio ZFS que se clona de otro entorno de inicio ZFS no necesita espacio en disco adicional. Tenga en cuenta que el tamaño del entorno de inicio aumenta cuando se actualiza. El tamaño del aumento dependerá de la cantidad de actualizaciones. Todos los entornos de inicio ZFS de la misma agrupación raíz utilizan los mismos dispositivos de intercambio y volcado.
- **Componentes del sistema operativo Oracle Solaris:** todos los subdirectorios del sistema de archivos raíz que forman parte de la imagen del sistema operativo, con la excepción de /var, deben estar en el mismo conjunto de datos que el sistema de archivos raíz. Además, todos los componentes del sistema operativo Oracle Solaris deben residir en la agrupación raíz, con la excepción de los dispositivos de intercambio y volcado. Para obtener información sobre los requerimientos de disco específicos, consulte

VMWare

Procesador de 64 bits

- ESXi 5.0 se instala y se ejecuta sólo en servidores con procesadores x86-64.
- ESXi 5.0 requiere un equipo host con al menos dos núcleos.
- ESXi 5.0 solo admite instrucciones de CPU tipo LAHF y SAHF.
- Procesadores de 64 bits conocidos:
 - Todos los procesadores AMD Opteron
 - Todos los procesadores Intel Xeon 3000/3200, 3100/3300, 5100/5300, 5200/5400, 5500/5600, 7100/7300, 7200/7400 y 7500

RAM

- Mínimo 2GB de RAM.

Adaptadores de red

Uno o más controladores Ethernet Gigabit o de 10Gb.

Adaptador de SCSI, adaptador para canal de fibra o controlador RAID interno

Cualquier combinación de uno o más de los controladores que se mencionan a continuación:

- Controladores básicos SCSI. Adaptec Ultra-160 o Ultra-320, LSI Logic Fusion-MPT, o la mayoría de SCSI NCR/Symbios.
- Controladores RAID. Controladores Dell PERC (Adaptec RAID o LSI MegaRAID), HP Smart Array RAID o IBM (Adaptec) ServeRAID.

Instalación y almacenamiento

- Disco SCSI o un RAID LUN local sin red con espacio no particionado para las máquinas virtuales.
- Para Serial ATA (SATA), se conecta un disco a través de los controladores SAS compatibles o de los controladores SATA incorporados compatibles. Los discos SATA se consideran remotos, no locales. Dichos discos no se utilizarán como partición desde cero por defecto dado que se consideran remotos.

ESXi 5.0 admite la instalación y el arranque desde los siguientes sistemas de almacenamiento:

Sistemas de virtualización de entornos

- Unidades de disco SATA. Unidades de disco SATA conectadas en la parte posterior de los controladores SAS compatibles o de los controladores incorporados compatibles.
- Controladores SATA. Entre los controladores SAS compatibles se incluyen:
 - LSI1068E (LSISAS3442E)
 - LSI1068 (SAS 5)
 - Controlador IBM ServeRAID 8K SAS
 - Controlador Smart Array P400/256
 - Controlador Dell PERC 5.0.1
- Entre los SATA incorporados compatibles se incluyen:
 - Intel ICH9
 - NVIDIA MCP55
 - ServerWorks HT1000
- Unidades de disco Serial Attached SCSI (SAS). Se admite para la instalación de ESXi 5.0 y para el almacenamiento de las máquinas virtuales en las particiones VMFS.
- Disco dedicado SAN sobre Canal de Fibra o iSCSI
- Dispositivos USB. Se admite para la instalación de ESXi 5.0.

XenServer

Los requerimientos hardware de XenServer 6.2 en lo relativo a procesador, memoria RAM, almacenamiento en disco e interfaces de red de red son:

Procesador:

- Uno o más procesadores 64-bit x86, mínimo de 1.5GHz, recomendados 2 GHz.
- Para poder ejecutar máquinas Windows, los procesadores físicos deben soportar Intel VT o AMD-V 64-bit. Estas opciones deben estar habilitadas en la BIOS del host. Estas instrucciones pueden no ser necesarias para VMs Linux

RAM:

- Mínimo 2GB, recomendados 4GB.

Almacenamiento en disco:

- Local: 16 GB mínimo, 60GB recomendado.
- SAN vía HBA (no software), si se utiliza multipath boot desde SAN.

Interfaz de red:

- 100 Mbits mínimo. Varias tarjetas de 1 Gbit es recomendado para conversiones físico a virtual, importación y exportación de datos y Live Migration de Vms.
- Para redundancia, se recomiendan varias NICS.

Hyper V

Para instalar y usar el rol Hyper V-V, se necesita lo siguiente:

Un procesador basado en x64. Hyper V-V está disponible en las versiones basadas en x64 de Windows Server 2008, concretamente, las versiones basadas en x64 de Windows Server 2008 Standard, Windows Server 2008 Enterprise y Windows Server 2008 Datacenter.

- Virtualización asistida por hardware. Está disponible en procesadores que incluyen una opción de virtualización; concretamente, Intel Virtualization Technology (Intel VT) o AMD Virtualization (AMD-V).
- La Prevención de ejecución de datos (DEP) implementada por hardware debe estar disponible y habilitada. Concretamente, debe habilitar el bit XD de Intel (bit ejecutar deshabilitado) o el bit NX de AMD (bit no ejecutar).

Consideraciones adicionales

- La configuración de la virtualización asistida por hardware y la DEP implementada por hardware están disponibles en el BIOS. Sin embargo, los nombres de las opciones de configuración pueden diferir de los nombres identificados anteriormente. Para saber si un modelo de procesador específico admite Hyper V-V, consulte al fabricante del equipo.
- Si modifica la configuración para la virtualización asistida por hardware o para la DEP implementada por hardware, es posible que necesite apagar el equipo y encenderlo nuevamente. Es posible que al reiniciar el equipo no se apliquen los cambios de configuración.

Apéndice E Clasificación de empresas según su tamaño

- Micro: cuenta con hasta 10 empleados
- Pequeña: cuentan desde 11 empleados hasta 50
- Mediana: cuentan desde 51 hasta 100 empleados
- Grande: cuentan con por lo menos 101 empleados
- Transnacional: cuentan con representaciones de tamaño mediano o superior en por lo menos un país más que el país al que pertenecen

Apéndice F Consideraciones de precios para el estudio

Se consideraron los precios de cotización tasados al mes de julio de 2014, con los precios de lista oficiales mostrados en las páginas de los proveedores directos respectivos

El costo del hipervisor es gratuito, sus actualizaciones y parches se cobran como parte de un contrato de soporte limitado acordado con el proveedor.

Apéndice G Clasificación de regiones según la presencia de la mayoría de los proveedores de equipos de cómputo o software

Se consideran las siguientes regiones

- Región general de México: ubicación geográfica no perteneciente a las regiones clave de México
- Región clave de México: ubicación geográfica con alto desarrollo urbano y empresarial, las regiones definidas son:
 - Distrito Federal y zona metropolitana
 - Nuevo León (especialmente Monterrey)
 - Jalisco (Especialmente Guadalajara)
 - Querétaro (especialmente Santiago de Querétaro)
 - Municipios fronterizos con Estados Unidos de América (especialmente Tijuana Baja California Norte, Ciudad Juárez Chihuahua, Reynosa Tamaulipas)
- Región clave del mundo: Ubicación geográfica con alto desarrollo urbano, empresarial y económico, se consideran los países:
 - Norte América
 - Estados Unidos de América
 - Canadá
 - Sudamérica
 - Brasil (debido a que es considerado como una potencia emergente)
 - Uruguay (su producto interno bruto es influenciado mayoritariamente por el desarrollo de software).
 - Europa (todos los países)
 - Asia
 - China
 - India
 - Rusia
 - África
 - Sudáfrica
 - Oceanía
 - Australia

Referencias

Referencias

dataphys.org, (Dic 2013)

[dataphys.org, Dic 2013] Overview .Mayo 12 2009

<http://dataphys.org/>

Norma ISO 9000-2005

[iso.org Dic 2013] ISO 9000:2005 Enero 2005

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:en>

Teoría de la información

[Teoría de la información, Dic 2013]

<http://es.slideshare.net/mabuiar46/teora-archivistica> Diciembre 2013 (Teoría de archivos)

<http://www.textoscientificos.com/informacion/teoria> Diciembre 2013 (Teoría de la información)

Seguridad informática

[Seguridad informática Dic. 2013]

LOPEZ, Jaquelina y QUEZADA, Cintia

Apuntes de Seguridad Informática

México

Facultad de Ingeniería – UNAM, 2005

Sistemas de virtualización de entornos

Gartner

[Gartner Ago 2013]

http://www.gartner.com/technology/why_gartner.jsp Agosto 2014

<http://up2v.nl/2014/07/09/gartner-releases-magic-quadrant-for-x86-server-virtualization-vsphere-and-hyper-v-lead-citrix-drops/> Agosto 2013

Equipo de cómputo

[Equipo de cómputo Dic 2013] Definición de computadora Enero 2008

<http://definicion.de/computadora/> Diciembre 2013

Estabilidad

[Estabilidad Dic 2013] Definición de Estabilidad Enero 2008

<http://definicion.de/estabilidad/> Diciembre 2013

http://web.udl.es/usuaris/w3511782/Control_de_procesos/Unidades_files/Cap08_10-11.pdf
Diciembre 2013 Ejemplos de sistemas estables

Compatibilidad

[Compatibilidad Dic 2013] Definición de compatibilidad Enero 2013

<http://conceptodefinicion.de/compatibilidad/> Diciembre 2013

Mejores práctica

[Mejores Prácticas Mar 2014] best practice Enero 2014

<http://www.businessdictionary.com/definition/best-practice.html> Marzo 2014

Presencia comercial de Intel

[Intel Mar 2014] TSMC and GlobalFoundries Led Foundry Market in 2013 – IC Insights, Enero de 2014

http://www.xbitlabs.com/news/other/display/20140129235543_TSMC_and_GlobalFoundries_Led_Foundry_Market_in_2013_IC_Insights.html Marzo 2014

Referencias comerciales

[Referencias comerciales Marzo 2014]

<https://www.vmware.com/es/products/vsphere> vSphere Marzo 2014

<https://support.oracle.com/epmos/faces/MosIndex.jspx> Ldom's Marzo 2014

<https://technet.microsoft.com/en-us/windowsserver/dd448604.aspx> Hyper V Marzo 2014

<https://www.citrix.com/products/xenserver/overview.html> XenServer Marzo 2014

Miniacademia. (Diciembre 19,2013)

[Miniacademia, Diciembre/2013]. XenServer: Instalación de XenServer y XenCenter. Septiembre 21,2014, de Miniacademia Sitio web:

<http://miniacademia.wordpress.com/2013/12/19/xenserver-instalacin-de-xenserver-y-xencenter-2/>

VMware. (Julio 30, 2014)

[VMware, Julio/2014]. Requisitos mínimos del sistema para la instalación de ESX/ESXi (2016839). Septiembre 21,2014, de VMware Sitio web

Sistemas de virtualización de entornos

http://kb.vmware.com/selfservice/microsites/search.do?language=en_US&cmd=displayKC&externalId=2016839

TechNet, MICROSOFT. (Septiembre 21,2014)

[TechNet, Microsoft; Septiembre/2014]. Requisitos previos para la instalación de Hyper-V. Septiembre 21,2014, de TechNet, MICROSOFT Sitio web:

<http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc731898.aspx>

IT Suniverse. (Septiembre 21, 2014)

[ITSuniverse, Septiembre/2014]. LOGICAL DOMAINS SOLARIS 10. Septiembre 21, 2014, de IT Suniverse Sitio web:

<http://www.it-suniverse.com/ldoms.php>

ISACA. (2010)

[ISACA Marzo 2014] Virtualization Security Checklist. 2014, de ISACA Sitio web:
http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Virtualization-Security-Checklist_res_Eng_1010.pdf

Real Academia de la Lengua Española. (2014). Definición de Hardware. 2014, de Real Academia de la Lengua Española Sitio web: <http://definicion.de/hardware/>

Rafael Martínez. (2014). Kernel/Núcleo. 2014, de El Rincón del Linux Sitio web:

<http://www.linux-es.org/kernel>

The Linux Information Project. (2006). Shell Definition. 2014, de The Linux Information Project Sitio web:

<http://www.linfo.org/shell.html>

Oracle Corporation. (2012). Best Practices for Building a Virtualized SPARC Computing Environment. 2014, de Oracle Corporation Sitio web:

<http://www.oracle.com/technetwork/oem/host-server-mgmt/hghlyavaiildomserverpoolsemoc12cv09-1845483.pdf>

Stefan Hinker. (2015). LDOM's Deep Dive – IO Best Practices for Oracle VM Server for SPARC. Marzo 4, 2015, de Oracle Corporation Sitio web: <https://blogs.oracle.com/cmt/resource/downloads/ldoms.io.best.practices.pdf>

ISACA. (2015). Virtualization Security Checklist. Marzo 4, 2015, de ISACA Sitio web: http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Virtualization-Security-Checklist_res_Eng_1010.pdf

wikcionario. (2014). recurso. Marzo 4,2015, de wikcionario Sitio web: <http://es.wiktionary.org/wiki/recurso>

Juan Antonio de la Puente. (1997-2000). Entorno de ejecución. Marzo 4,2015, de DIT/UPM Sitio web: <http://isa.uniovi.es/docencia/TiempoReal/Recursos/Transparencias/Ejecucion.pdf>

Sistemas de virtualización de entornos

McAfee, S.A. (2012). Extender la virtualización, mantener la seguridad. Marzo 4, 2015, de McAfee, S.A Sitio web: <http://www.mcafee.com/es/resources/solution-briefs/sb-expand-virtualization.pdf>

CISCO. (2015). Realice una transición más segura hacia la virtualización. Marzo 4, 2015, de CISCO Sitio web: http://www.cisco.com/web/ES/solutions/datacenter/virtualization_security.html

John Wiley & Sons, Inc. (2013). Seguridad para la nube y la virtualización for dummies. Marzo 4, 2015, de John Wiley & Sons, Inc Sitio web: <http://www.trendmicro.es/media/br/cloud-virtualisation-security-for-dummies-ebook-es.pdf>

Michael A. Davis. (2011). Cómo controlar la seguridad de la virtualización. Marzo 4, 2015, de informationweek México Sitio web: [http://www.informationweek.com.mx/analysis/como-controlar-la-seguridad-de-la-virtualizacion/Base de datos](http://www.informationweek.com.mx/analysis/como-controlar-la-seguridad-de-la-virtualizacion/Base%20de%20datos)

huesos52. (2015). Cuando se considera que una base de datos es grande. Marzo 4, 2015, de forosdelweb.com/ Sitio web: <http://www.forosdelweb.com/f21/cuando-considera-que-base-datos-grande-814168/>

Índices de tablas y figuras

Índice de Tablas

Tabla 1.1	Servicios de cómputo virtualizables	16
Tabla 2.1	Maquetas de entornos de ejecución.....	33
Tabla 3.1	Prueba tiempo de procesamiento, 1000 iteraciones	51
Tabla 3.2	Prueba de tiempo de procesamiento, 5000 iteraciones	52
Tabla 3.3	Prueba de tiempo de procesamiento, 10,000 iteraciones	53
Tabla 3.4	Tiempos de transferencia entre entornos de ejecución.....	54
Tabla 3.5	Tiempo de escritura de una cadena 100,000 iteraciones.....	55
Tabla 3.6	Tiempo de escritura de una cadena 300,000 iteraciones.....	56
Tabla 3.7	Tiempo de escritura de una cadena 500,000 iteraciones.....	57
Tabla 3.8	Características de compatibilidad de los hipervisores	68
Tabla 3.9	Características de seguridad de los hipervisores	69
Tabla 3.10	Principales características comerciales de los hipervisores.....	76
Tabla 4.1	Resultados integrales de los productos analizados.....	97

Índice de Figuras

Tabla 1.1	Servicios de cómputo virtualizables	16
Tabla 3.1	Prueba tiempo de procesamiento, 1000 iteraciones	51
Tabla 3.2	Prueba de tiempo de procesamiento, 5000 iteraciones	52
Tabla 3.3	Prueba de tiempo de procesamiento, 10,000 iteraciones.....	53
Tabla 3.4	Tiempos de transferencia entre entornos de ejecución.....	54
Tabla 3.5	Tiempo de escritura de una cadena 100,000 iteraciones.....	55
Tabla 3.6	Tiempo de escritura de una cadena 300,000 iteraciones.....	56
Tabla 3.7	Tiempo de escritura de una cadena 500,000 iteraciones.....	57
Tabla 3.8	Características de compatibilidad de los hipervisores.....	68
Tabla 3.9	Características de seguridad de los hipervisores	69
Tabla 3.10	Principales características comerciales de los hipervisores.....	76
Tabla 4.1	Resultados integrales de los productos analizados	97