

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN



Trabajo de Titulación

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE HIPERVISORES DE TIPO 2
EN ENTORNOS PRIVADOS Y DE CÓDIGO ABIERTO”

AUTOR

PEDRO SEBASTIÁN VELARDE MOSQUERA

QUITO DM, JUNIO DE 2024

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN	5
1.1. TEMA	5
1.2. JUSTIFICACIÓN	5
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.4. OBJETIVOS	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5. ALCANCE	6
1.5.1. VirtualBox	6
1.5.2. VMware Workstation	6
2. CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	8
2.1. ANTECEDENTES	8
2.2. MARCO TEÓRICO	8
2.3. MARCO CONCEPTUAL	9
2.3.1. Hipervisor y Virtualización	9
2.3.2. Tipos de Hipervisores	10
2.3.3. Beneficios de la Virtualización	10
2.3.4. Desafíos y Consideraciones	10
2.3.5. Tecnologías Relacionadas y Tendencias Futuras	10
2.3.6. Componentes Clave de la Virtualización	10
3. CAPÍTULO III – METODOLOGÍA	11
3.1. Introducción a la Metodología	11
3.2. Diseño de la investigación	11
3.3. Procedimientos de recolección de datos	11
3.3.1. Ejecución de pruebas de rendimiento	11
3.3.2. Evaluación de características de los hipervisores	11
3.3.3. Equipos y entornos de prueba	11
3.4. Implementación de Hipervisores	12
3.4.1. VirtualBox	12
3.4.2. VMware Workstation	14
3.5. Creación y configuración de las máquinas virtuales	19
4. CAPÍTULO IV – IMPLEMENTACIÓN	27

4.1.	Introducción	27
4.2.	Configuración del Entorno de Pruebas	27
4.2.1.	Hardware y Software Utilizado	27
4.2.2.	Especificaciones de las Máquinas Virtuales	27
4.3.	Metodología de las Pruebas de Windows 10	28
4.4.	Ejecución de Pruebas de Rendimiento	29
4.4.1.	Pruebas de CPU.....	29
4.4.2.	Pruebas de Memoria RAM	29
4.4.3.	Pruebas de Almacenamiento	29
4.4.4.	Registro de resultados de PassMark	30
4.4.5.	Tabla comparativa	31
4.5.	Metodología de las Pruebas de Ubuntu 22.04 LTS.....	31
4.6.	Ejecución de Pruebas de Rendimiento	32
4.6.1.	Pruebas de CPU.....	32
4.6.2.	Pruebas de Memoria RAM	33
4.6.3.	Pruebas de almacenamiento	33
4.6.4.	Registro de Resultados de Sysbench	34
4.6.5.	Tabla comparativa	34
4.7.	Evaluación de Características	34
4.7.1.	Tabla comparativa Facilidad de Uso.....	34
4.8.	Análisis Comparativo.....	37
4.8.1.	Ventajas y desventajas	37
5.	CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1.	CONCLUSIONES	40
5.1.1.	Rendimiento de los Hipervisores	40
5.1.2.	Facilidad de Uso y Gestión	40
5.1.3.	Costos y Accesibilidad.....	40
5.1.4.	Compatibilidad y Flexibilidad	41
5.2.	RECOMENDACIONES	41
5.2.1.	Selección de Hipervisor según el Contexto de Uso y Sistema Operativo.....	41
5.2.2.	Capacitación y Soporte Técnico.....	42
5.2.3.	Planificación y Pruebas de Escalabilidad	42

6. Bibliografía	42
7. ANEXOS	45

1. CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN

1.1. TEMA

“Análisis comparativo de hipervisores de tipo 2 en entornos privados y de código abierto”

1.2. JUSTIFICACIÓN

La virtualización es una tecnología de suma importancia en la infraestructura de Tecnologías de la Información, la cual ha revolucionado la forma en que se gestionan los recursos computacionales. En el tema propuesto los hipervisores de tipo 2 juegan un papel crucial al poder permitir la ejecución de múltiples sistemas operativos dentro de un entorno host.

Esta investigación tiene como objetivo abordar este tema mediante la realización de una práctica en un entorno virtualizado, en el cual se compararán y evaluarán hipervisores de tipo 2 en entornos privados y de código abierto. Al llevar a cabo dicha práctica, se pretende brindar información práctica y fundamental en datos para los usuarios y organizaciones los cuales buscan implementar hipervisores, así maximizando los beneficios que tiene la virtualización y minimizando riesgos y costos asociados.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de la relevancia de los hipervisores de tipo 2 en el campo de la virtualización, la amplia gama de alternativas disponibles representa un gran desafío para los usuarios y organizaciones al identificar la opción más conveniente.

Por lo tanto, el problema central que esta investigación busca abordar un análisis comparativo práctico y fundamentado con sus respectivos datos de hipervisores de tipo 2 en entornos privados y de código abierto. Al llevar a cabo una práctica en un ambiente virtualizado, se busca ofrecer información valiosa y objetiva la cual pueda asistir a los usuarios y organizaciones en la elección e implementación de hipervisores, así maximizando las ventajas que tiene la virtualización y minimizando los riesgos y costos que se encuentran relacionados.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar hipervisores de tipo 2 en entornos virtualizados para identificar las diferencias claves y poder proporcionar información en la selección de soluciones de virtualización más adecuado para sus necesidades.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el rendimiento de los hipervisores mediante pruebas simples de carga y respuestas en condiciones estándar de trabajo.
2. Realizar un análisis de la facilidad de instalación, configuración y gestión de máquinas virtuales en diferentes hipervisores, centrándonos en la interfaz del usuario y la disponibilidad de las herramientas de gestión.
3. Comparar y contrastar los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en los entornos privados y de código abierto, identificando las ventajas y desventajas de cada tipo de hipervisor, con el objetivo de brindar recomendaciones sólidas y fundamentadas para la selección e implementación de hipervisores de tipo 2 en diferentes escenarios tecnológicos.

1.5. ALCANCE

En esta investigación se llevará a cabo un análisis comparativo de hipervisores de tipo 2 en un entorno virtualizado. Estos serán los hipervisores en los cuales la investigación se centrará:

- 1.5.1. **VirtualBox:** Se usará VirtualBox como un hipervisor seleccionado por su amplia disponibilidad, popularidad y reputación por su fácil uso y ser adecuado para usuarios principiantes y avanzados.
- 1.5.2. **VMware Workstation:** VMware Workstation es considerado como un hipervisor representativo de soluciones comerciales gracias a su amplia adopción en entornos empresariales y su conjunto completo de características para la virtualización de escritorio.

Los hipervisores mencionados fueron seleccionados debido a su disponibilidad, diversidad en términos de licenciamiento y funcionalidades, así como la relevancia de estos en entornos empresariales. El alcance de esta investigación se centrará en

comparar estos hipervisores en rendimiento, facilidad de uso, y otras métricas de suma importancia para poder brindar información práctica para la selección e implementación en soluciones en cuanto virtualización se refiere.

2. CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES

La virtualización es una tecnología clave en la evolución de la infraestructura de TI desde la década de 1960, cuando IBM introdujo los primeros sistemas de virtualización. Con el paso de los años, dicha tecnología ha evolucionado significativamente, permitiéndonos así la creación de máquinas virtuales que emulan el hardware físico, optimizando así el uso de los recursos computacionales. En la actualidad tanto Oracle VirtualBox como VMware juegan un papel crucial en la virtualización de entornos privados y de código abierto.

2.2. MARCO TEÓRICO

Definición de virtualización y su importancia en la infraestructura de TI.

La virtualización en la infraestructura de TI es un proceso de suma importancia, el cual nos permite la creación de versiones virtuales de recursos de hardware y software, como por ejemplo servidores, almacenamiento y redes. La tecnología de la virtualización es esencial para poder optimizar la utilización de recursos, reducir los costos y también mejorar la flexibilidad en los entornos de TI. Con la virtualización es posible ejecutar múltiples sistemas operativos y aplicaciones en un único servidor físico, así maximizando la eficiencia y la utilización de los recursos de hardware.

Hipervisores de tipo 2 y su funcionamiento en un sistema operativo anfitrión

Como sabemos los hipervisores de tipo 2 funcionan sobre un sistema operativo anfitrión, creando así una capa de abstracción entre el hardware físico y los sistemas operativos invitados, así permitiéndonos la ejecución de múltiples sistemas operativos en un solo equipo, pero, debido a la dependencia de un sistema operativo anfitrión, los hipervisores de tipo 2 pueden experimentar una degradación de rendimiento en comparación con los hipervisores de tipo 1, los cuales no requieren de un sistema anfitrión.

VirtualBox: Es un hipervisor de tipo 2 de código abierto el cual es desarrollado por Oracle, es muy conocido por su facilidad de uso y amplia disponibilidad en diferentes plataformas. Permitiendo así a los usuarios poder crear y administrar máquinas virtuales de manera sencilla.

VMware Workstation: Hipervisor de tipo 2 desarrollado por VMware, se usa en entorno empresariales ya que cuenta con un conjunto completo de herramientas para la virtualización de escritorio.

CPU (Unidad Central de Procesamiento): Es el componente principal de un sistema informático el cual realiza operaciones de procesamiento.

Memoria RAM: Es la memoria de acceso aleatorio que utiliza el sistema operativo y las aplicaciones que se están ejecutando.

Almacenamiento: Espacio de almacenamiento disponible en el servidor físico para guardar los archivos del sistema operativo y aplicaciones de las máquinas virtuales que se vayan a crear.

Benchmarking: El benchmarking en el contexto de la virtualización es el proceso de evaluar el rendimiento de los hipervisores mediante pruebas estandarizadas.

Sysbench: Herramienta de benchmarking de código abierto la cual evalúa el rendimiento de los componentes.

PassMark Performance Test: Herramienta para Windows que mide el rendimiento de diferentes componentes del sistema.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

La virtualización, como tecnología fundamental en la infraestructura de Tecnologías de la Información (TI), revoluciona la gestión de recursos computacionales al permitir la ejecución de múltiples sistemas operativos en un solo hardware físico (Smith, 2018). En dicho contexto los hipervisores de tipo 2 juegan un papel esencial al poder facilitar la creación y gestión de máquinas virtuales dentro de un sistema operativo anfitrión.

2.3.1. Hipervisor y Virtualización

Los hipervisores son software que crean y pueden ejecutar máquinas virtuales (VM) en un sistema operativo anfitrión, actuando, así como una capa de abstracción entre el hardware físico y los sistemas operativos invitados (Mann et al., 2003). Por otra parte, la virtualización es un proceso de crear versiones virtuales de recursos de hardware y software, como, por ejemplo, servidores, redes, almacenamiento, para así

poder optimizar la utilización de recursos y mejorar la flexibilidad en entornos de TI (Soltesz et al., 2007).

2.3.2. Tipos de Hipervisores

Existen dos tipos principales de hipervisores, tenemos el tipo 1 y el tipo 2. Los hipervisores de tipo 2 se ejecutan sobre un sistema operativo anfitrión, distinguiéndolo del tipo 1, los cuales se ejecutan directamente sobre el hardware (Mann et al., 2003). Este marco se centrará específicamente en los hipervisores de tipo 2.

2.3.3. Beneficios de la Virtualización

La virtualización brinda una serie de beneficios, como es la consolidación de los servidores, eficiencia en el uso de recursos, flexibilidad y escalabilidad.

2.3.4. Desafíos y Consideraciones

Los hipervisores de tipo 2 también presentan desafíos, como puede ser la degradación del rendimiento ya que dependen del sistema operativo anfitrión. Por otra parte, la seguridad, la compatibilidad y el rendimiento con el hardware y software son consideraciones de suma importancia al seleccionar e implementar los hipervisores en entornos privados y de código abierto.

2.3.5. Tecnologías Relacionadas y Tendencias Futuras

Otro aspecto que se relacionan con la virtualización como las herramientas de gestión de la nube, los contenedores y la automatización de infraestructura, influyen en la elección y el uso de un hipervisor de tipo 2. Además, las tecnologías emergentes, como lo es la virtualización de red y la integración de la inteligencia artificial, pueden ofrecer nuevas oportunidades en la gestión de los recursos virtualizados.

2.3.6. Componentes Clave de la Virtualización

Hipervisor: Software que permite la creación y gestión de máquinas virtuales.

Máquina Virtual (VM): Emulación de un sistema informático completo que opera sobre un hipervisor.

Recursos Virtualizados: Incluye CPU, memoria, almacenamiento que son gestionados por el hipervisor.

3. CAPÍTULO III – METODOLOGÍA

3.1. Introducción a la Metodología

En el presente capítulo se describirá los métodos y procedimientos que se llevarán a cabo para la realización de este estudio. La metodología es esencial para poder garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados obtenidos, ya que nos proporciona un marco sistemático para la recopilación, análisis e interpretación de datos, este estudio está enfocado exclusivamente en la metodología cuantitativa.

3.2. Diseño de la investigación

Para este estudio se ha optado por un diseño de investigación cuantitativa, el cual se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos. Esta metodología se fundamenta en los objetivos del estudio, los cuales se centran en la comparación de hipervisores de tipo 2 en términos de rendimiento y características técnicas. Los datos serán recopilados a través de pruebas de rendimiento y análisis de métricas técnicas, como son el uso de CPU, memoria y almacenamiento.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Ejecución de pruebas de rendimiento

- Se utilizarán herramientas de evaluación de rendimiento automatizadas, como PassMark y Sysbench para poder ejecutar pruebas estandarizadas.
- Se registrarán los resultados de las pruebas en términos de respuesta, carga de trabajo y velocidad de procesamiento

3.3.2. Evaluación de características de los hipervisores

- Se configurarán entornos de prueba para cada hipervisor, utilizando las mismas condiciones y configuraciones.

3.3.3. Equipos y entornos de prueba

- Se utilizarán equipos con especificaciones similares para garantizar la consistencia de las pruebas.
- Los entornos de prueba serán configurados en las mismas condiciones de almacenamiento y recursos de hardware de cada hipervisor.

3.4. Implementación de Hipervisores

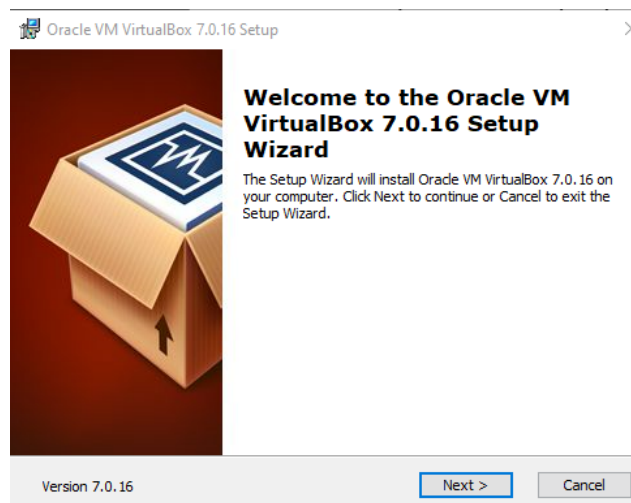
En esta sección se dará una descripción detallada de los pasos para la instalación y configuración de cada hipervisor, así como los procedimientos para la creación y configuración de máquinas virtuales en cada uno de ellos.

3.4.1. VirtualBox

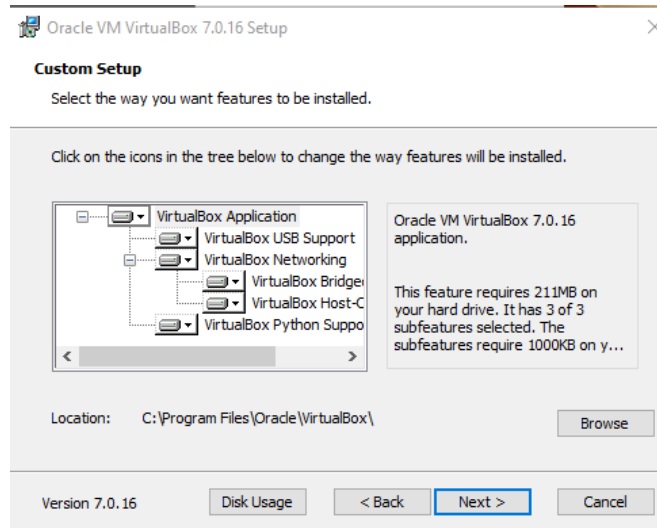
Para instalar VirtualBox, el usuario debe dirigirse a la página oficial del programa y descargar el archivo .exe del hipervisor. Luego, deberá seleccionar el sistema operativo deseado para proceder con la instalación.



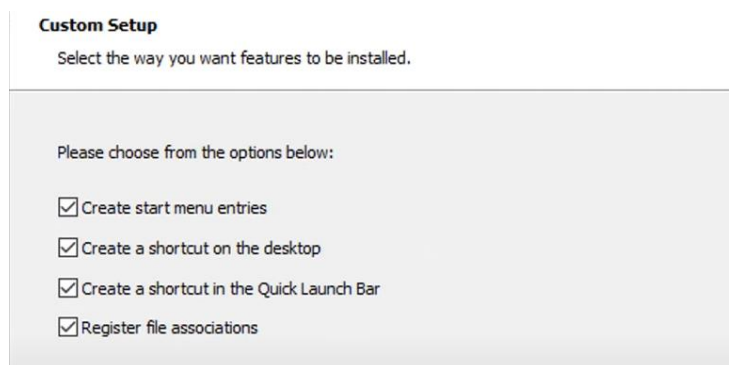
Después de ejecutar el archivo .exe, al usuario le aparecerá la primera ventana, en la cual deberá seleccionar la opción "Siguiente".



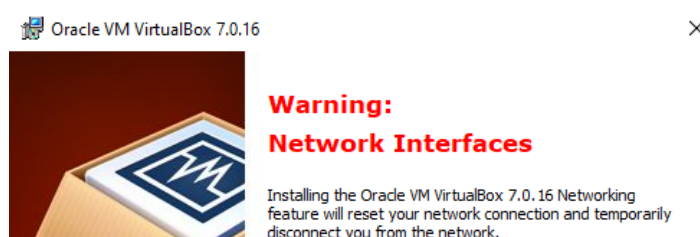
En la siguiente ventana, se mostrarán al usuario las diversas herramientas disponibles en VirtualBox, así como la opción de seleccionar la ubicación del archivo donde desea realizar la instalación.

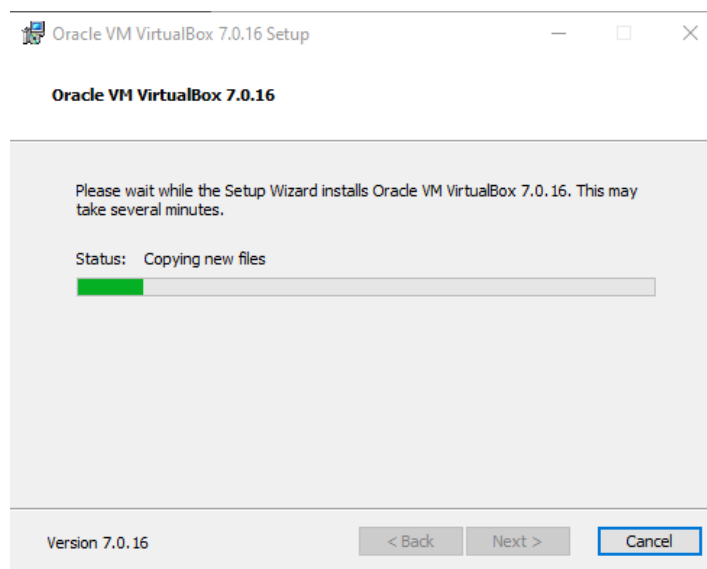


Después, se indica que se crearán accesos directos para VirtualBox.

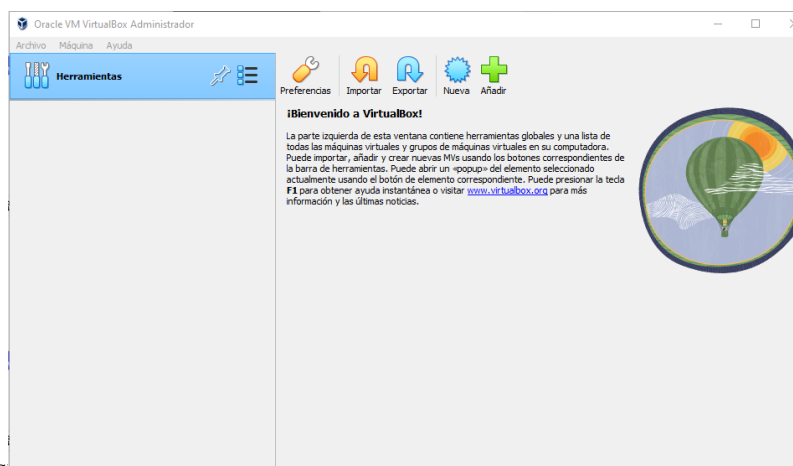


Y finalmente, aparece una ventana que indica que se instalará una interfaz de red, la cual generará un adaptador de red adicional para las máquinas virtuales. El usuario debe seleccionar "Siguiente" y esperar a que el proceso de instalación finalice.





Una vez completado el proceso, VirtualBox estará instalado y listo para su uso.

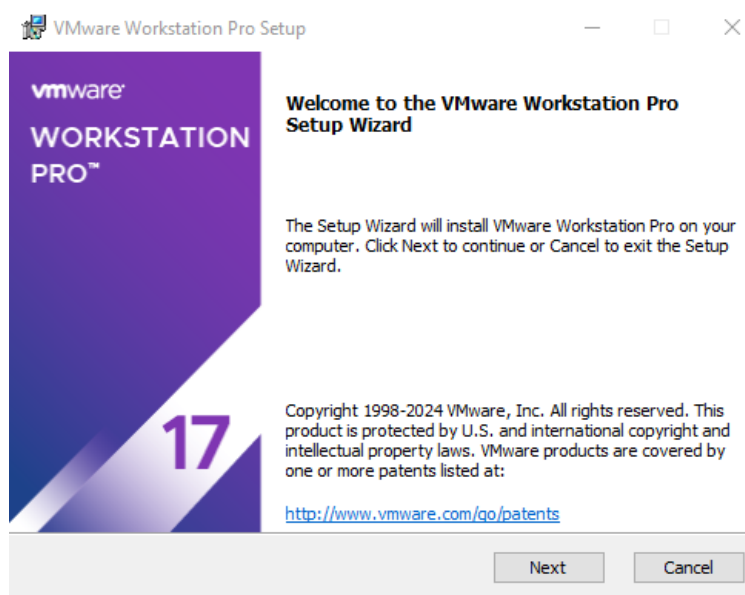


3.4.2.

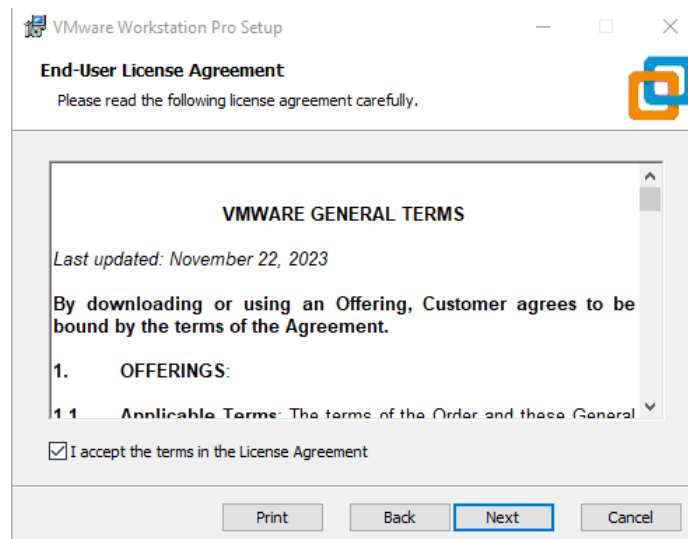
El usuario debe dirigirse al sitio web oficial de VMware para descargar el instalador de VMware Workstation compatible con su sistema operativo.



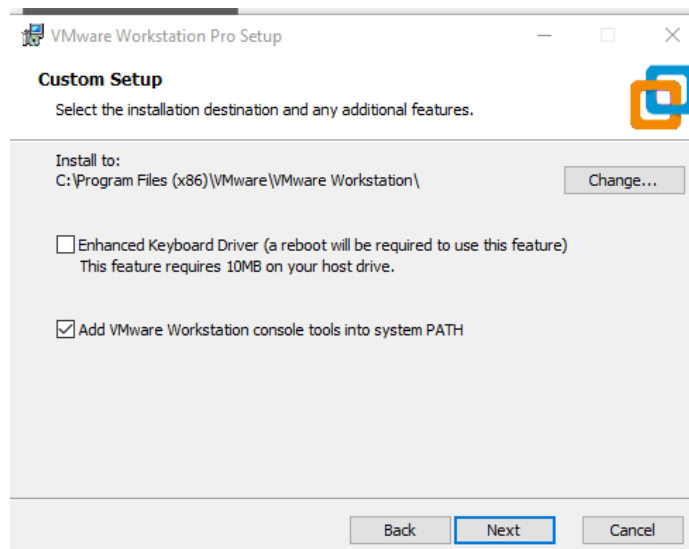
Después de descargar el archivo de instalación, el usuario ejecuta el archivo .exe y comienza el proceso de instalación



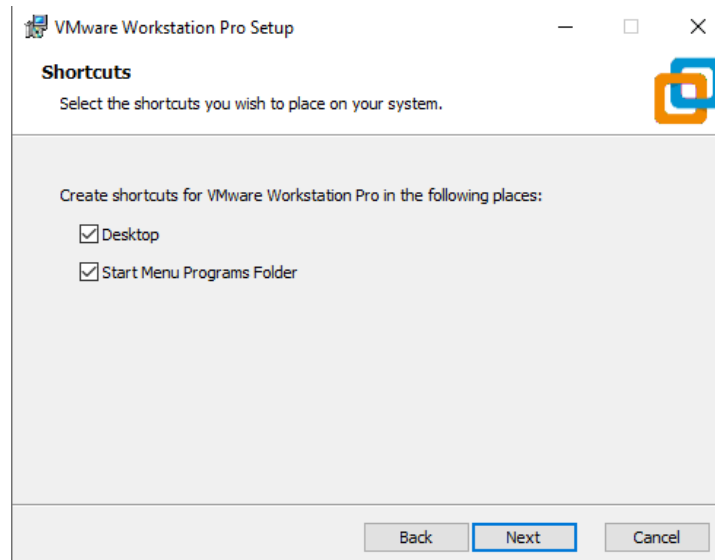
Se mostrará una ventana con los términos y condiciones de la licencia. El usuario debe leerlos cuidadosamente y aceptarlos para continuar con la instalación.



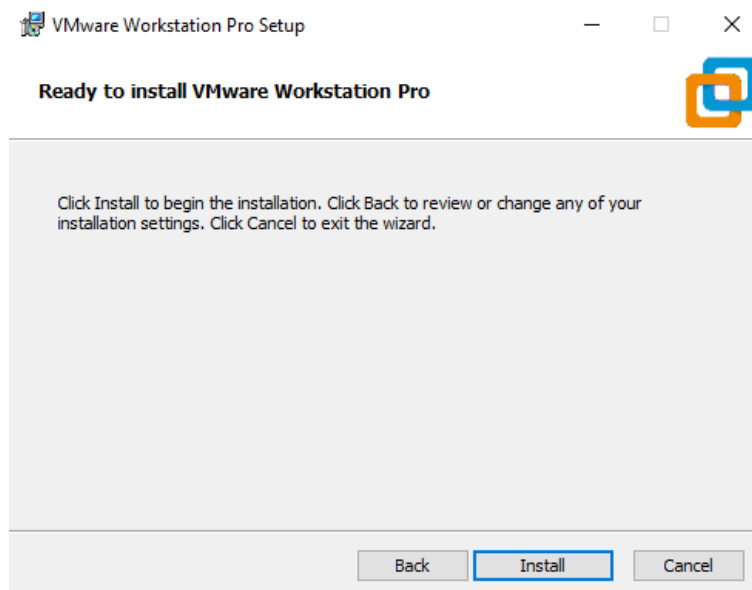
En esta etapa, el usuario puede optar por la configuración predeterminada o personalizada de VMware Workstation. La configuración personalizada permite al usuario elegir la ubicación de instalación y otras opciones avanzadas.



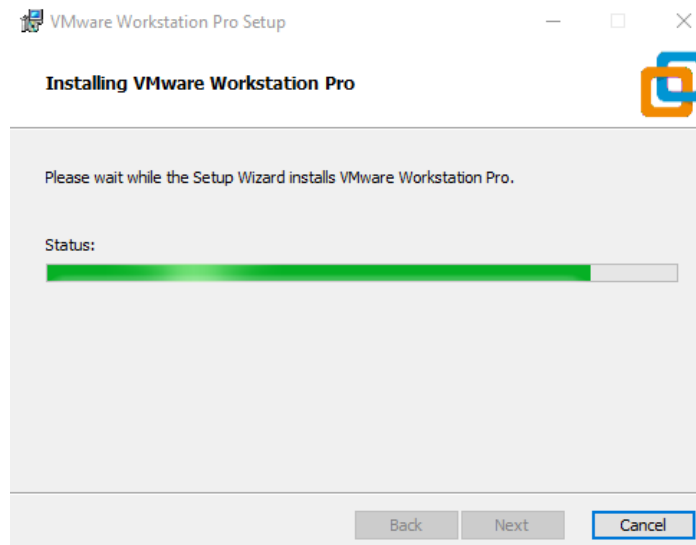
Después, se indica que se crearán accesos directos para VMware Workstation.



El usuario debe hacer clic en "Instalar" para comenzar el proceso de instalación. Se mostrará una barra de progreso que indicará el avance de la instalación.



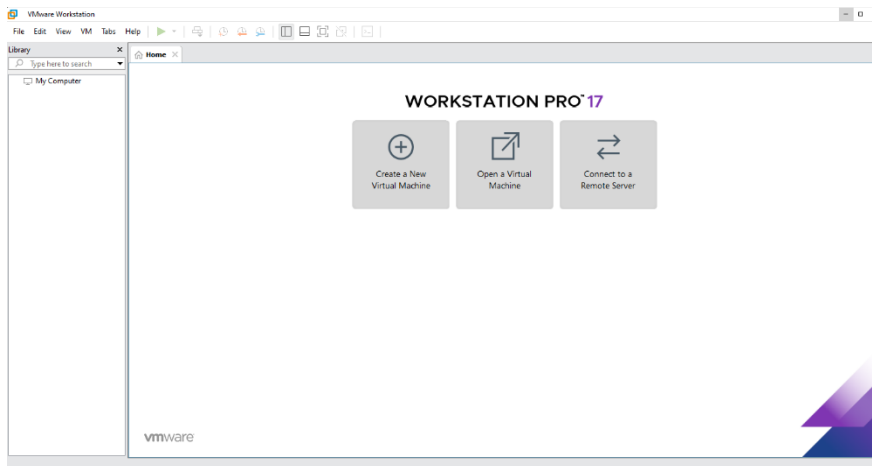
Después de que se complete la instalación, se mostrará un mensaje indicando que VMware Workstation se ha instalado correctamente.



Dependiendo de la versión de VMware Workstation, es posible que se requiera activación o registro del producto. El usuario debe seguir las instrucciones proporcionadas para activar o registrar el software según sea necesario



VMware Workstation estará instalado en el sistema del usuario y listo para su uso.



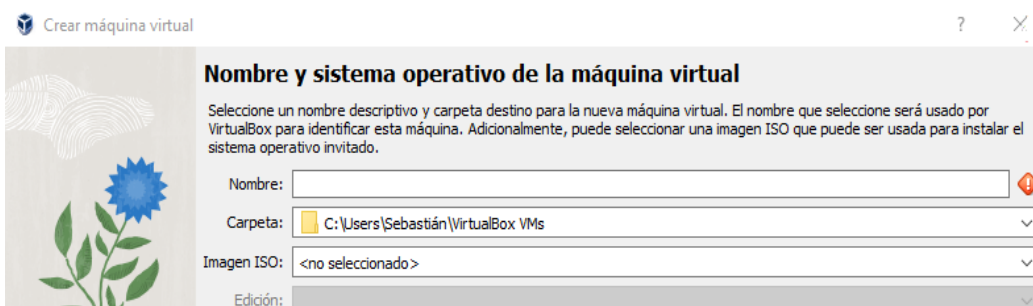
3.5. Creación y configuración de las máquinas virtuales

VirtualBox:

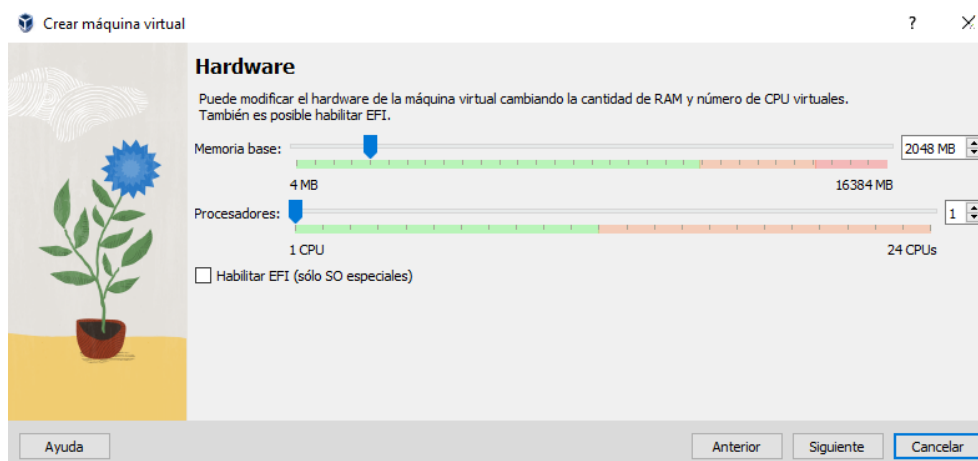
El usuario debe abrir la aplicación y hacer clic en el botón "Nueva" en la parte superior de la ventana para iniciar el proceso de creación de una nueva máquina virtual.



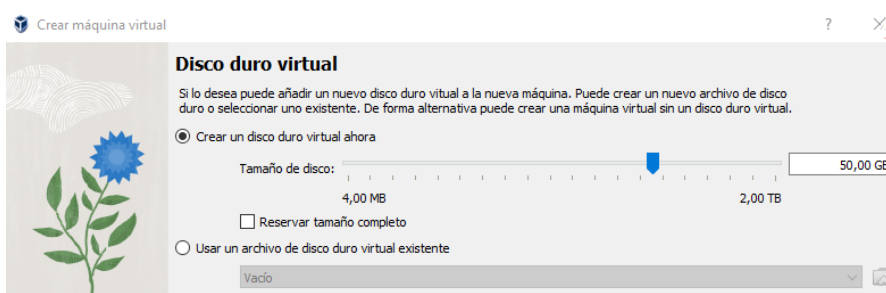
En este paso, el usuario debe ingresar un nombre para la máquina virtual, seleccionar el tipo de sistema operativo y la versión correspondiente.



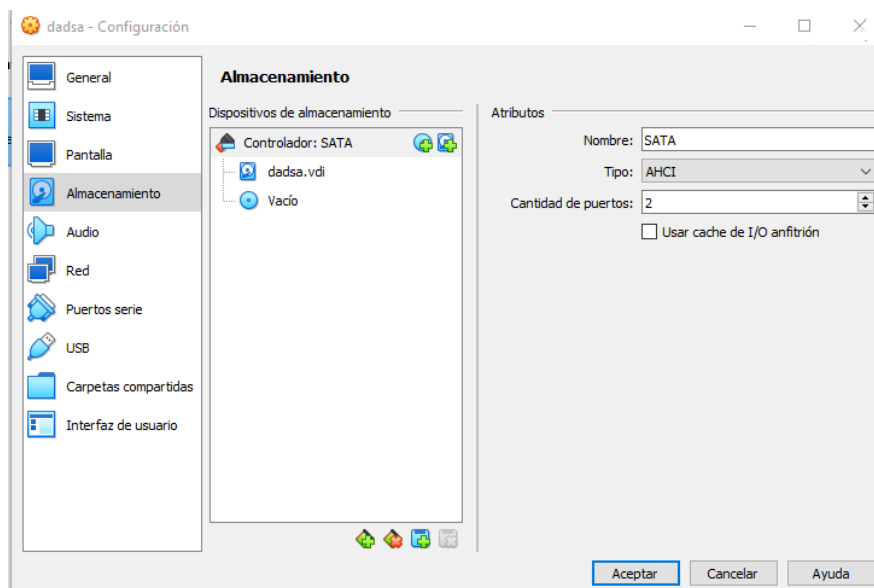
El usuario debe asignar la cantidad de memoria RAM que se utilizará para la máquina virtual.



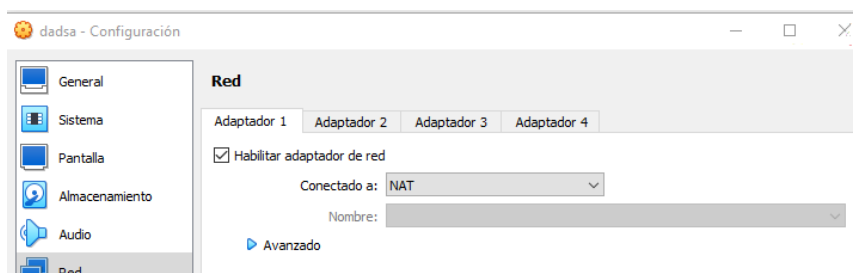
En este paso, el usuario debe crear un disco duro virtual donde se instalará el sistema operativo y se almacenarán los datos. El usuario puede seleccionar entre crear un nuevo disco duro virtual o utilizar un disco duro existente.



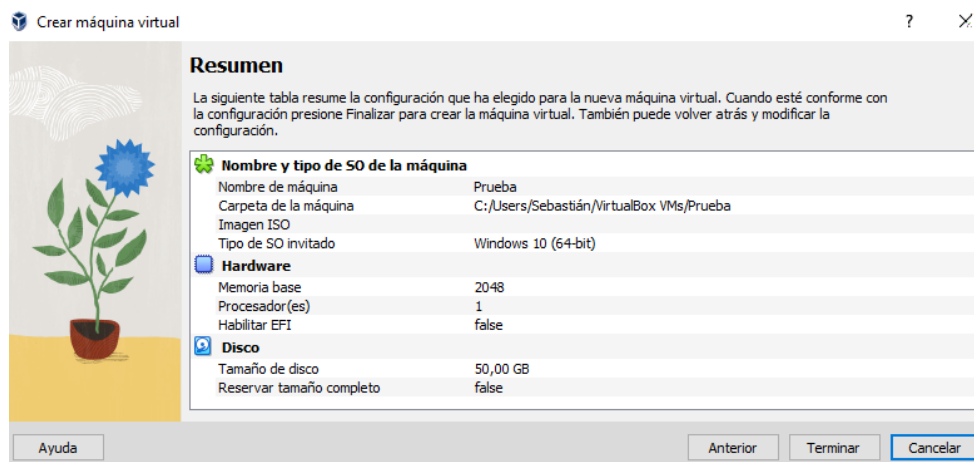
Debe seleccionar el tipo de disco duro virtual (por ejemplo, VDI, VHD, VMDK) y especificar el tamaño del disco duro.



Configurar la red para la máquina virtual. Se puede seleccionar entre diferentes opciones de conexión de red, como NAT, puente, solo anfitrión.

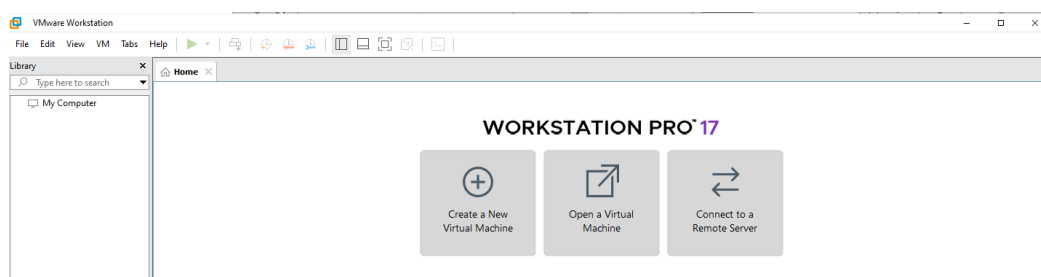


Una vez que se hayan configurado todos los ajustes según las preferencias del usuario, se puede hacer clic en el botón "Crear" para finalizar el proceso de creación de la máquina virtual.



VMware Workstation

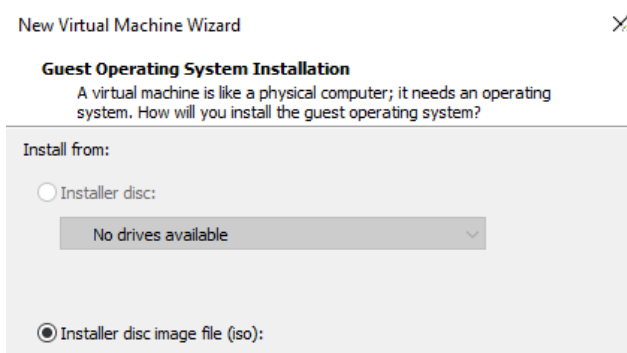
El usuario debe abrir la aplicación y seleccionar la opción para crear una nueva máquina virtual desde el menú principal.



En este paso, el usuario debe seleccionar la opción para crear una nueva máquina virtual y hacer clic en "Siguiente" para continuar.



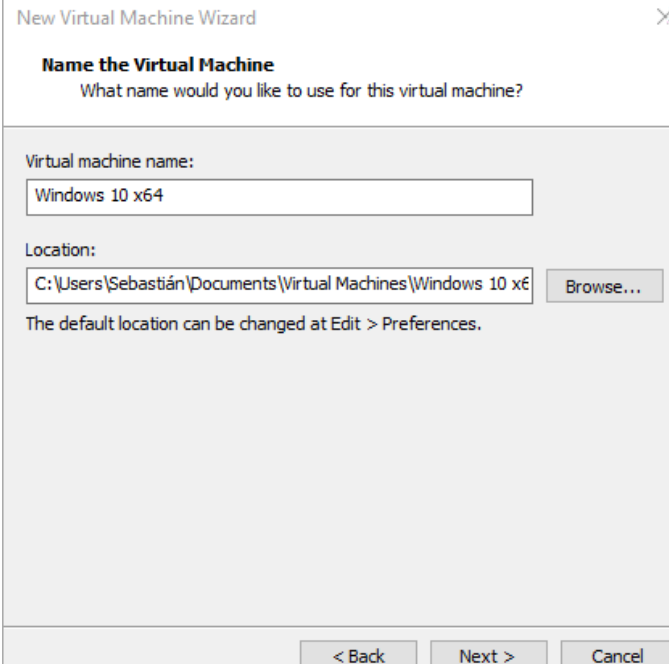
En esta etapa, el usuario debe seleccionar la imagen ISO del sistema operativo que se instalará.



El usuario debe seleccionar el tipo de sistema operativo que se instalará en la máquina virtual (por ejemplo, Windows, Linux, etc.) y la versión correspondiente del sistema operativo.

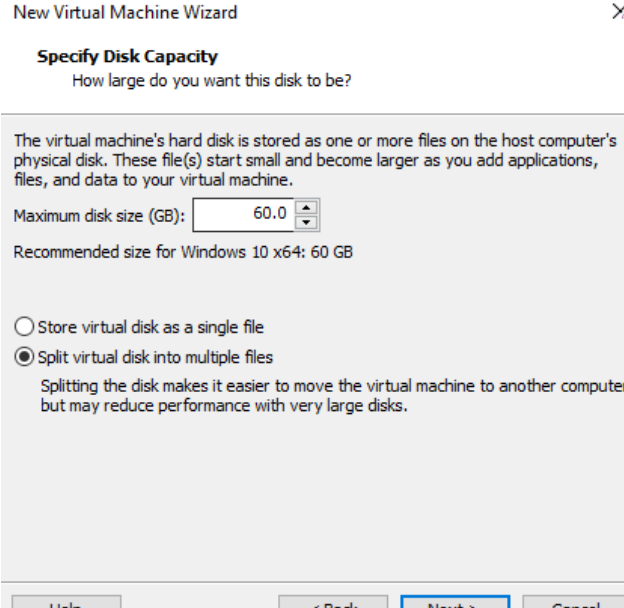
The image shows a screenshot of the 'New Virtual Machine Wizard' dialog box, specifically the 'Select a Guest Operating System' step. The dialog box has a title bar with 'New Virtual Machine Wizard' and a close button (X). Below the title bar, the text reads 'Select a Guest Operating System' and 'Which operating system will be installed on this virtual machine?'. The main content area is divided into two sections: 'Guest operating system' and 'Version'. In the 'Guest operating system' section, there are four radio buttons: 'Microsoft Windows' (which is selected), 'Linux', 'VMware ESX', and 'Other'. In the 'Version' section, there is a dropdown menu with 'Windows 10 x64' selected. At the bottom of the dialog box, there are four buttons: 'Help', '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

El usuario debe de colocar un nombre a la quina virtual, y la carpeta donde se va a alojar la máquina virtual.



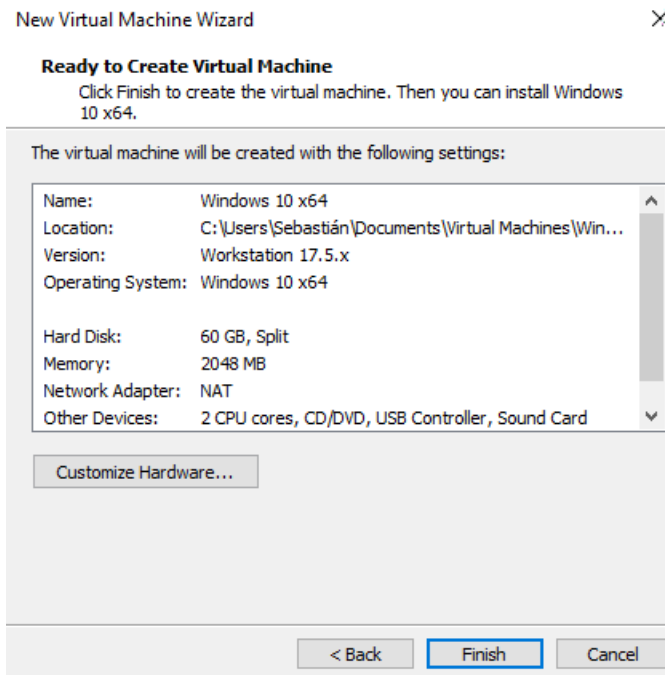
The screenshot shows the 'Name the Virtual Machine' step of the 'New Virtual Machine Wizard'. The window title is 'New Virtual Machine Wizard'. The main heading is 'Name the Virtual Machine' with the question 'What name would you like to use for this virtual machine?'. Below this, there are two input fields: 'Virtual machine name:' containing 'Windows 10 x64' and 'Location:' containing 'C:\Users\Sebastián\Documents\Virtual Machines\Windows 10 x64'. A 'Browse...' button is next to the location field. A note states 'The default location can be changed at Edit > Preferences.' At the bottom, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

El usuario debe asignar la cantidad de almacenamiento que se utilizará para la máquina virtual.

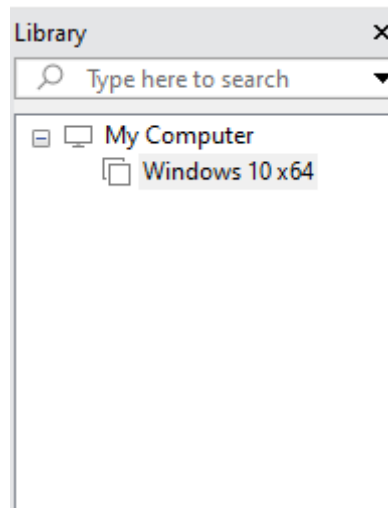


The screenshot shows the 'Specify Disk Capacity' step of the 'New Virtual Machine Wizard'. The window title is 'New Virtual Machine Wizard'. The main heading is 'Specify Disk Capacity' with the question 'How large do you want this disk to be?'. Below this, there is explanatory text: 'The virtual machine's hard disk is stored as one or more files on the host computer's physical disk. These file(s) start small and become larger as you add applications, files, and data to your virtual machine.' A 'Maximum disk size (GB):' field is set to '60.0'. Below it, it says 'Recommended size for Windows 10 x64: 60 GB'. There are two radio button options: 'Store virtual disk as a single file' (unselected) and 'Split virtual disk into multiple files' (selected). A note below the second option says 'Splitting the disk makes it easier to move the virtual machine to another computer but may reduce performance with very large disks.' At the bottom, there are four buttons: 'Help', '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

Una vez que se hayan configurado todos los ajustes según las preferencias del usuario, se puede hacer clic en el botón "Finalizar" para completar el proceso de creación de la máquina virtual.



Por último, aparecerá la máquina virtual creada en la librería de VMware Workstation.



4. CAPÍTULO IV – IMPLEMENTACIÓN

4.1. Introducción

Para el capítulo 4 se describirá el proceso de implantación de los dos hipervisores de tipo 2 sobre una maquina anfitriona con Windows 10 Pro. Se tiene como objetivo evaluar el rendimiento y las características de cada hipervisor mediante pruebas de rendimiento y comparaciones detalladas.

4.2. Configuración del Entorno de Pruebas

4.2.1. Hardware y Software Utilizado

Para poder llevar acabo esta implementación y evaluación de los hipervisores, se utilizó una maquina anfitriona con las siguientes especificaciones de hardware y software:

- Maquina Anfitriona:
 - ✓ Sistema Operativo: Windows 10 Pro
 - ✓ Procesador: Intel Core i5 de 12va Generación i5-12500H
 - ✓ Memoria RAM: 16GB
 - ✓ Almacenamiento: SSD de 512GB
 - ✓ Tarjeta Gráfica: NVIDIA GeForce RTX 3050

- Hipervisores Evaluados:
 - VMware Workstation: Versión 17.0.0
 - Oracle VirtualBox: Versión 7.0.18

4.2.2. Especificaciones de las Máquinas Virtuales

Ambos hipervisores fueron configurados con máquinas virtuales las cuales tienen las mismas especificaciones de hardware para así garantizar una comparación justa y precisa. Las especificaciones de las máquinas virtuales son las siguientes:

- Sistema Operativo Invitado: Windows 10 Pro
- Procesadores: 4 núcleos

- Memoria RAM: 4 GB
- Disco Duro Virtual: 50 GB
- Adaptador de Red: NAT

- Sistema Operativo Invitado: Ubuntu 22.04 LTS
- Procesadores: 4 núcleos
- Memoria RAM: 4 GB
- Disco Duro Virtual: 50 GB
- Adaptador de Red: NAT

4.3. Metodología de las Pruebas de Windows 10

Para poder evaluar el rendimiento de las máquinas virtuales en cada hipervisor se hará uso de la herramienta PassMark PerformanceTest, la cual es una herramienta que permite medir diferentes aspectos de rendimiento del sistema, como el rendimiento de la CPU, memoria, gráficos y almacenamiento. Las siguientes son las áreas evaluadas y las pruebas que se realizarán en las dos máquinas virtuales:

- CPU Mark: Pruebas de rendimiento del procesador mediante operaciones matemáticas, compresión, encriptación, simulación física y manejo de instrucciones en un solo hilo y múltiples hilos.
- Memory Mark: Evaluación del rendimiento de la memoria RAM a través de pruebas de lectura/escritura secuencial y aleatoria, operaciones de memoria y latencia.
- Memory Mark: Evaluación del rendimiento de la memoria RAM a través de pruebas de lectura/escritura secuencial y aleatoria, operaciones de memoria y latencia.
- Memory Mark: Evaluación del rendimiento de la memoria RAM a través de pruebas de lectura/escritura secuencial y aleatoria, operaciones de memoria y latencia.

4.4. Ejecución de Pruebas de Rendimiento

4.4.1. Pruebas de CPU

Resultados:

	VMware Workstation	Oracle Virtual Box
CPU Mark	6425.5 (32nd Percentile)	8760.5 (36th Percentile)

Interpretación:

- ✓ VMware Workstation nos muestra un rendimiento de CPU más bajo en comparación a Oracle VirtualBox. A pesar de contar con las mismas especificaciones de hardware, se demuestra que Oracle VirtualBox maneja mejor las cargas de trabajo intensivas en CPU, esto se debe a que posiblemente Oracle VirtualBox tenga una mejor optimización para las operaciones de CPU.

4.4.2. Pruebas de Memoria RAM

Resultados:

	VMware Workstation	Oracle Virtual Box
Memory Mark	1831.4 (20th Percentile)	1986.8 (19th Percentile)

Interpretación:

- ✓ Tanto VMware Workstation como Oracle VirtualBox muestran resultados similares en rendimiento de memoria, con VirtualBox ligeramente superior. Por otra parte, ambos resultados están por debajo del promedio, lo cual indica posibles limitaciones en la gestión de memoria virtual.

4.4.3. Pruebas de Almacenamiento

Resultados:

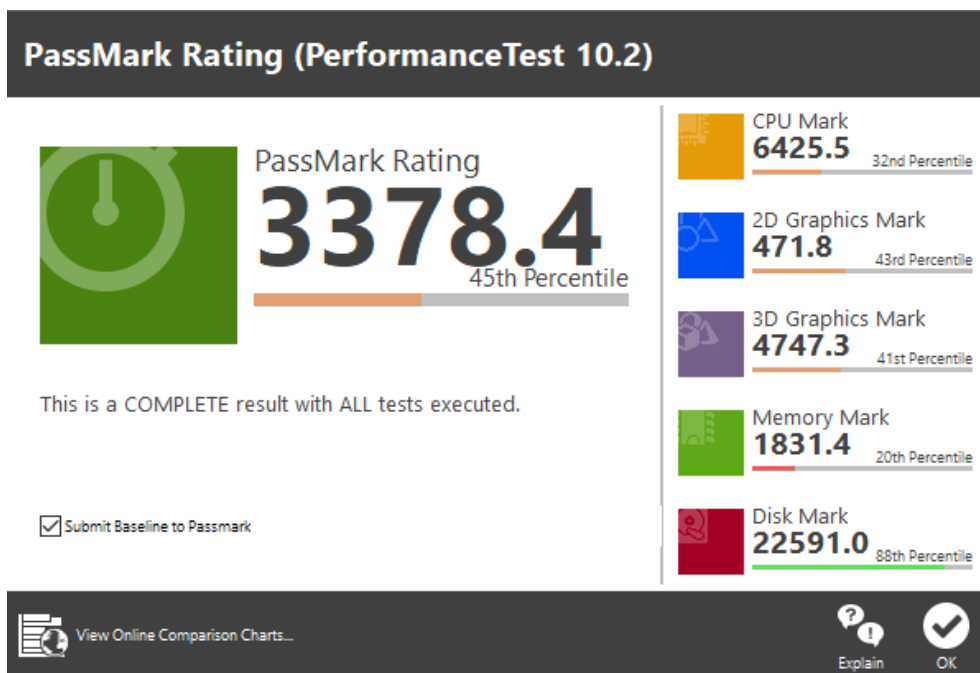
	VMware Workstation	Oracle Virtual Box
Disk Mark	22591.0 (88th Percentile)	13548.4 (50th Percentile)

Interpretación:

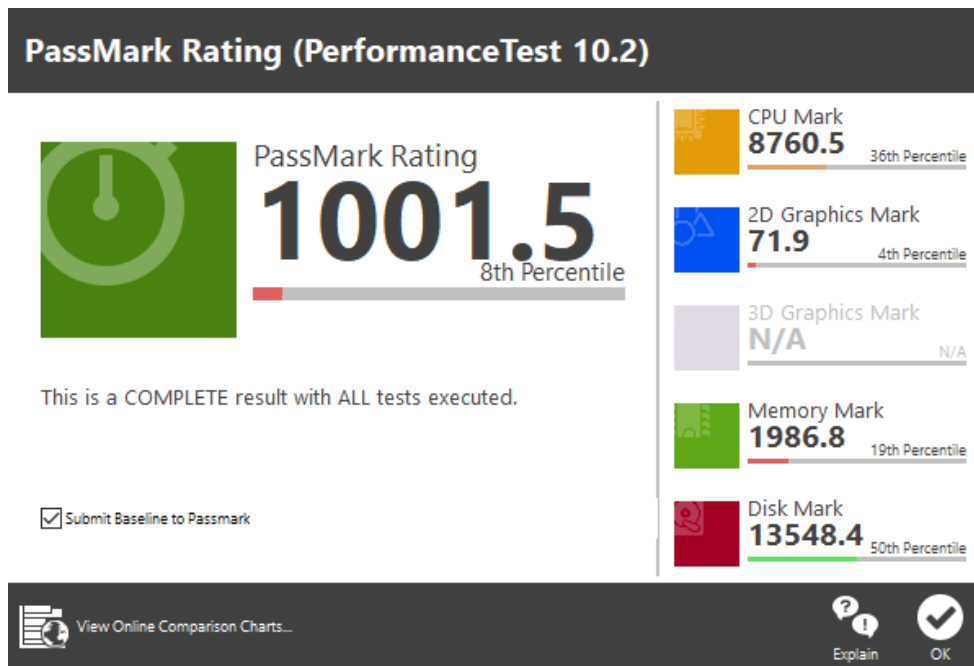
- ✓ VMware Workstation muestra un rendimiento de almacenamiento superior a Oracle VirtualBox. Lo que sugiere que VMware maneja mejor las operaciones de entrada/salida de disco, lo cual es crítico para aplicaciones que dependen en gran parte del almacenamiento.

4.4.4. Registro de resultados de PassMark

VMware Workstation 17 PRO – Windows 10 Pro



Oracle VirtualBox – Windows 10 Pro



4.4.5. Tabla comparativa

	VMware Workstation	Oracle Virtual Box
CPU Mark	6425.5 (32nd Percentile)	8760.5 (36th Percentile)
Memory Mark	1831.4 (20th Percentile)	1986.8 (19th Percentile)
Disk Mark	22591.0 (88th Percentile)	13548.4 (50th Percentile)

4.5. Metodología de las Pruebas de Ubuntu 22.04 LTS

Para evaluar el rendimiento de las máquinas virtuales en cada hipervisor seleccionado, se utilizará la herramienta Sysbench, esta es una herramienta de benchmarking extensible la

cual permite evaluar el rendimiento de varios componentes del sistema, como lo son la CPU, Memoria RAM y almacenamiento.

Pruebas de CPU: La evaluación del rendimiento del procesador a través de operaciones matemáticas intensivas, usando así múltiples hilos para simular cargas de trabajo reales.

Pruebas de Memoria: Evaluación de rendimiento de la memoria RAM mediante pruebas de lectura y escritura secuenciales, velocidad de transferencia y latencia.

Pruebas de Almacenamiento: Evaluación del rendimiento del subsistema de almacenamiento mediante pruebas de lectura y escritura aleatoria y secuencial, rendimiento de E/S y latencia.

4.6. Ejecución de Pruebas de Rendimiento

4.6.1. Pruebas de CPU

Comando utilizado: sysbench cpu --threads=4 --cpu-max-prime=20000 run

Resultados:

	VMware Workstation	Oracle Virtual Box
Evento por segundo	1623.25	5407.35
Latencia promedio	2.46	0.74
Total eventos	16,235	54,081

Interpretación:

- ✓ Oracle VirutalBox muestra un rendimiento de CPU significativamente superior con 5407,35 eventos por segundo en comparación con VMware Workstation, el cual alcanzó 1623.25 eventos por segundo. La menor latencia promedio de 0.74 ms en VirtualBox frente a los 2.46 ms de VMware, nos indica que VirutalBox es capaz de manejar las operaciones de CPU de manera más eficiente y rápida. Lo que nos indica que VirtualBox tiene una mejor optimización para tareas intensivas de procesamiento.

4.6.2. Pruebas de Memoria RAM

Comando utilizado: sysbench memory --memory-total-size=4G run

Resultados:

	VMware Workstation	Oracle Virtual Box
Velocidad de transferencia (MiB/seg)	7678.10	7827.84
Latencia promedio	0.00	0.00

Interpretación:

- ✓ Los dos hipervisores muestran un rendimiento de memoria similar, con VirtualBox ligeramente superior, transfiriendo datos a una velocidad de 7827.84 MiB/seg en comparación con los 7678.10 MiB/seg de VMware. En cuanto a la latencia promedio de 0.00 ms tanto VirtualBox como VMware sugiere una respuesta casi instantánea de la memoria, lo que nos dice que ambos hipervisores gestionan eficientemente las operaciones de memoria.

4.6.3. Pruebas de almacenamiento

Comando utilizado: sysbench fileio --file-total-size=10G --file-num=64 --file-test-mode=rndrw --time=300 --max-requests=0 run

Resultados:

	VMware Workstation	Oracle Virtual Box
Lecturas (MiB/seg)	198.25	38.09
Escrituras (MiB/seg)	132.16	25.39
Latencia Promedio	0.03	0.15

Interpretación:

- ✓ VMware muestra un rendimiento de almacenamiento significativamente superior con una tasa de lectura de 198.25 MiB/seg y una tasa de escritura de 132.16 MiB/seg, en comparación con los 38.09 MiB/seg en lecturas y 25.39 MiB/seg en escrituras de VirtualBox. La latencia también es menor en VMware en comparación con VirtualBox, lo que indica una mayor eficiencia en el manejo de operaciones de entrada y salida de disco. Por lo que VMware es más adecuado para aplicaciones que requieren un alto rendimiento de almacenamiento como bases de datos.

4.6.4. Registro de Resultados de Sysbench

Hipervisor	Eventos CPU/segundo	Transferencia Memoria (MiB/seg)	Lecturas Almacenamiento (MiB/seg)	Escrituras Almacenamiento (MiB/seg)
VMware Workstation	1623.25	7678.10	198.25	132.16
Oracle VirtualBox	5407.35	7827.84	38.09	25.39

4.6.5. Tabla comparativa

Aspecto Evaluado	VMware Workstation	Oracle VirtualBox
CPU Mark	1623.25 eventos/segundo (Latencia: 2.46 ms)	5407.35 eventos/segundo (Latencia: 0.74 ms)
Memory Mark	7678.10 MiB/seg	7827.84 MiB/seg
Disk Mark	Lectura: 198.25 MiB/seg (Latencia: 0.03 ms)	Lectura: 38.09 MiB/seg (Latencia: 0.15 ms)
	Escritura: 132.16 MiB/seg (Latencia: 0.03 ms)	Escritura: 25.39 MiB/seg (Latencia: 0.15 ms)

4.7. Evaluación de Características

4.7.1. Tabla comparativa Facilidad de Uso

Característica	VMware Workstation 17 Pro	Oracle VirutalBox
----------------	---------------------------	-------------------

Instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de instalación simple y rápido. • Requiere el uso de una licencia para uso completo de la herramienta. • El Instalador cuenta con opciones de configuración avanzadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de instalación simple y rápido pero un poco más lenta. • Gratuito y de código abierto. • El Instalador cuenta con opciones de configuración avanzadas.
Configuración	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz intuitiva y bien diseñada. • Ofrece plantillas y configuraciones ya determinadas. • Asistente para la creación de máquinas virtuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz simple, pero funcional. • La configuración inicial puede llegar a requerir más pasos manuales. • Asistente para la creación de máquinas virtuales es más básico.
Gestión de Máquinas Virtuales	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de recursos y snapshots. • Soporte para redes virtuales complejas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Buenas capacidades de gestión, pero menos avanzadas. • Gestión de recursos snapshots y clonación. • Redes virtuales básicas funcionales.
Funcionalidades Adicionales	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte para DirectX y OpenGL, ideal para gráficos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte para DirectX y OpenGL limitados. • Redimensionamiento dinámico de discos duros virtuales.

	<ul style="list-style-type: none"> • Funciones avanzadas (Red “NAT” y “Host Only”). • Modo Unity para integrar aplicaciones de VMs con el escritorio host. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modo Seamless para poder integrar aplicaciones de VMs con el escritorio host.
Compatibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Es compatible con una amplia gama de sistemas operativos invitados como: Windows, Linux, etc. • Buen soporte para hardware. • Mejor integración y soporte para sistemas operativos modernos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es compatible con una amplia gama de sistemas operativos invitados como: Windows, Linux, etc. • Soporte para hardware, pero menos robusto que el de VMware. • Menor optimización para algunos sistemas operativos modernos a comparación de VMware.
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con características de seguridad avanzadas como cifrado de VM y TPM. • Control de acceso detallado y autenticación robusta. • Actualizaciones frecuentes y parches de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona cifrado básico de discos virtuales. • Menos opciones de seguridad a comparación de VMware. • Dependencia de la comunidad para la resolución de vulnerabilidades.

Soporte	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte técnico profesional disponible. • Documentación extensa. • Comunidad de usuarios y foros activos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte básico basado en la comunidad. • Documentación completa. • Comunidad de usuarios y foros activos.
----------------	---	---

4.8. Análisis Comparativo

4.8.1. Ventajas y desventajas

4.8.1.1. Oracle VirtualBox

Ventajas:

1. Costo

Gratuito y de código abierto: VirtualBox tiene una de las mayores ventajas y es que es gratuito y de código abierto. Lo que hace accesible para todos los usuarios, desde personas hasta pequeñas y medianas empresas las cuales buscan minimizar los costos. Al no tener que pagar por licencias las organizaciones podrán asignar recursos financieros a otras áreas críticas.

2. Compatibilidad

Sistemas operativos Invitados: VirtualBox es conocido por su alta compatibilidad con una variedad de sistemas operativos invitados, como lo son Windows, Linux, Mac OS, Solaris entre otros. Esta versatilidad es particularmente útil para entornos de desarrollo y pruebas en las que se necesitan múltiples sistemas operativos.

Portabilidad: Las maquinas que se crean en VirtualBox pueden ser fácilmente exportadas e importadas en diferentes hosts, lo que facilita la migración de entornos de trabajo.

3. Comunidad y Personalización

Comunidad Activa: VirtualBox cuenta con una comunidad activa de desarrolladores los cuales contribuyen con mejoras, plugins, y soluciones personalizadas.

Flexibilidad: Como VirtualBox es de código abierto permite a los usuarios modificar ya adaptar el software a sus necesidades específicas.

Desventajas:

1. Rendimiento grafico

Inferior Rendimiento en 2D Y 3D: VirtualBox presenta un rendimiento grafico inferior a comparación de VMware Workstation. Lo que puede ser una limitación importante para usuarios que necesiten ejecutar aplicaciones las cuales dependan de los gráficos.

2. Rendimiento de Almacenamiento

Operaciones de Disco Lentas: VirtualBox tiene un rendimiento inferior en operaciones de disco en comparación a VMware, lo que afectaría el rendimiento de aplicaciones que requieran de un alto nivel de entrada y salida de disco, como lo son las bases de datos y aplicaciones de análisis de datos.

3. Soporte Técnico

Soporte Limitado: Aunque VirtualBox cuente con una comunidad actualmente activa, el soporte oficial es limitado en comparación a VMware, esto puede traducirse en inconvenientes para las organizaciones las cuáles requieran soporte técnico robusto y confiable para la solución de los problemas críticos y actualizaciones de seguridad que se puedan presentar

4.8.1.2 VMware Workstation

Ventajas:

1. Rendimiento de almacenamiento

Eficiencia en Operaciones de Disco: Las pruebas de rendimiento nos indican que VMware tiene un rendimiento superior en operaciones de disco, mejorando así la eficiencia de aplicaciones las cuales requieren de un alto nivel de E/S de disco.

2. Herramientas de Gestión

Snapshots y Clonaciones: VMware nos proporciona herramientas avanzadas para la gestión de máquinas virtuales, incluyendo la creación de snapshots y clonaciones.

Los snapshots permiten guardar el estado del disco de una VM y restaurarlo en cualquier momento. La clonación eficiente facilita la creación de entornos de prueba consistentes y replicables.

Redes Virtuales y Gestión de Recursos: VMware cuenta con herramientas integradas para la administración de redes virtuales complejas y la gestión de recursos. Las capacidades de red avanzadas permiten configurar redes NAT, puentes de red internas, lo que ayuda en los entornos de producción.

3. Soporte Técnico

Soporte Profesional y Actualizaciones: VMware nos brinda un excelente soporte técnico y actualizaciones frecuentes, así asegurando la estabilidad y nuevas funcionalidades de forma continua.

Desventajas:

1. Costo

Licencias y Costos Asociados: VMware no es de código abierto lo que requiere la compra de la licencia, la cual puede ser costoso, específicamente para las organizaciones con múltiples usuarios, dichos costos son un factor limitante para pequeñas empresas y usuarios individuales con presupuestos ajustados.

2. Uso de recursos

Consumo de Recursos: VMware puede ser más intensivo en el uso de recursos en algunas configuraciones, lo que podría requerir hardware más potente para un rendimiento óptimo.

5. CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

5.1.1. Rendimiento de los Hipervisores

El análisis comparativo de los hipervisores VirtualBox y VMware Workstation se llevó a cabo en entornos de Windows 10 y Ubuntu, revelándonos así diferencias significativas en términos de rendimiento.

En Windows 10, VMware Workstation mostro un rendimiento superior en pruebas de CPU y memoria RAM, demostrado ser la mejor opción para aplicaciones las cuales requieran una alta capacidad de procesamiento y estabilidad en este sistema operativo.

Para Ubuntu, VMware Workstation presenta un mejor rendimiento en comparación con VirtualBox, aunque la diferencia no fue tan notoria como en Windows 10. Esto lo hace adecuado para entornos de producción y aplicaciones exigentes en sistemas basados en Linux.

VirtualBox, aunque mostro un rendimiento ligeramente inferior a comparación con VMware Workstation, mostro buena consistencia en ambos sistemas operativos. Se destaca por su facilidad de uso y configuración, lo que lo convierte en una opción viable para usuarios con menos experiencia técnica, tanto en Windows 10 como en Ubuntu.

5.1.2. Facilidad de Uso y Gestión

La evaluación de la facilidad de instalación, configuración y gestión de las respectivas máquinas virtuales mostros que VirtualBox es más amigable para el usuario promedio en ambos sistemas operativos, esto gracias a su interfaz intuitiva y la simplicidad en su manejo.

VMware Workstation, a pesar de contar con una curva de aprendizaje más pronunciada, nos ofrece herramientas de gestión más avanzadas y una mayor estabilidad en entornos de producción, especialmente en Windows 10.

5.1.3. Costos y Accesibilidad

VirtualBox, al ser una solución de código abierto y gratuita, nos representa una opción accesible para pequeñas y medianas empresas, así como para usuarios

individuales en ambos sistemas operativos. Sin embargo, sus limitaciones en rendimiento pueden ser un factor crítico que considerar.

VMware Workstation, aunque implicaría un costo adicional por su licencia, proporciona un valor agregado en términos de soporte técnico y funcionalidades avanzadas. Este costo puede ser justificado en entornos corporativos grandes los cuales requieran un rendimiento y soportes superiores, especialmente en Windows 10.

5.1.4. Compatibilidad y Flexibilidad

Tanto VirtualBox como VMware Workstation demostraron una alta compatibilidad con una variedad de sistemas operativos invitados, Sin embargo, VMware Workstation tiene una mejor integración con otros productos de VMware, ofreciéndonos una mayor flexibilidad y escalabilidad para entornos empresariales particularmente en Windows 10.

5.2. RECOMENDACIONES

5.2.1. Selección de Hipervisor según el Contexto de Uso y Sistema Operativo

Para usuarios individuales, pequeñas empresas y entornos educativos que utilicen tanto Windows 10 como Ubuntu, se recomienda el uso de VirtualBox debido a que es de código abierto, su facilidad de uso y suficiente capacidad para la mayoría de las aplicaciones no críticas.

Para entornos corporativos y aplicaciones que requieran un rendimiento elevado y una gestión avanzada de recursos en Windows 10, se recomienda VMware Workstation debido a sus capacidades superiores y soporte técnico robusto.

En Ubuntu, aunque VMware Workstation también es superior, la diferencia de rendimiento no es tan pronunciada, por lo que VirtualBox sigue siendo una opción válida dependiendo del presupuesto y las necesidades específicas.

5.2.2. Capacitación y Soporte Técnico

Se recomienda invertir en capacitación para el personal técnico que gestionara los hipervisores, especialmente si se opta por VMware Workstation para así maximizar las ventajas que ofrece esta plataforma.

Contar con un plan de soporte técnico, ya sea mediante la adquisición de servicios de soporte de VMware o mediante la información de un equipo interno, es de suma importancia asegurar una operación continua y eficiente.

5.2.3. Planificación y Pruebas de Escalabilidad

Antes de una implementación completa, se deberán de realizar pruebas de escalabilidad para así asegurar que el hipervisor seleccionado pueda manejar el crecimiento futuro de las cargas de trabajo sin comprometer el rendimiento o la escalabilidad.

Considerar también la implementación de un entorno de pruebas paralelo para así poder evaluar las actualizaciones y cambios en la configuración sin afectar el entorno de producción.

6. Bibliografía

- Arango, P. (2009). *Impacto de la virtualización de servidores para procesos de negocio apoyados en TI*. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/daa864f1-2a72-45ca-827c-0700404f6a69/content>
- Barbecho Hidalgo, J. L. (2016). *Análisis comparativo de herramientas de CLOUD COMPUTING*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3017>
- Barham, P. e. (2003). *Xen and the art of virtualization*. Obtenido de <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1165389.945462>
- Bhardwaj, S. J. (2010). *Cloud Computing: A Study of Infrastructure as a Service (IaaS)*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/7299777/cloud_computing_a_study_of_libre.pdf?1390850824=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DCloud_computing_A_study_of_infrastructur.pdf&Expires=1717710205&Signature=DUEZ95mFTLaCZEgy4Wn8ZMSEnl n82v1aEXJr

Camacho, M. (2019). *Virtualización de equipos y servicios informáticos: una alternativa para las instituciones como aproximación a la frontera tecnológica*. Obtenido de <http://scielo.iics.una.py/pdf/pdfce/v26n50/2076-054x-pdfce-26-50-1.pdf>

Cárdenas Cristia, A. (2006). *El benchmarking como herramienta de evaluación*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352006000400015&script=sci_arttext

Corporation, O. (2020). *Oracle VM VirtualBox User Manual*. Obtenido de <https://download.virtualbox.org/virtualbox/UserManual.pdf>

Facultad de Ingeniería, U. (s.f.). *Sistemas Operativos - Virtualización*. Obtenido de <https://www.fing.edu.uy/tecnoinf/maldonado/cursos/so/material/teo/so10-virtualizacion.pdf>

Fernández, R. (2019). *Sistemas de Almacenamiento en la Era Digital*. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/10205/sistemas-almacenamiento-digital.pdf>

Garfinkel, T. &. (2005). *A Virtual Machine Introspection Based Architecture for Intrusion Detection*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/12332887/a_virtual_machine_introspection_based_ar_95965-libre.pdf?1390861388=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DA_Virtual_Machine_Introspection_Based_Ar.pdf&Expires=1717708829&Signature=QcHdOQ0BpQbhKoF

Hat, R. (2023). *¿Qué es un hipervisor?* Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/virtualization/what-is-a-hipervisor#:~:text=Hipervisor%20de%20tipo%20%3A%20Alojado&text=Los%20recursos%20de%20la%20m%C3%A1quina,operativos%20en%20una%20computadora%20personal>.

He, Q. &. (2020). *A Survey of Virtual Machine Management in Cloud Computing*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9115841>

- Jain, R. (1991). *The Art of Computer Systems Performance Analysis*.
- Lopez, A. (2010). *Análisis de la virtualización de*. Obtenido de http://www.maia.ub.es/~sergio/linked/an_lisis_de_la_virtualizaci_n_de_sistemas_operativos.pdf
- Menéndez, J. (2011). *La virtualización en la empresa: ventajas y desafíos*.
- Mora, M. G. (2019). *Ventajas de la virtualización en la sorganizaciones internacionales*. Obtenido de <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/visioninternacional/article/download/2607/4136>
- Moreno, J. (2018). *Arquitectura de Computadoras: Fundamentos y Aplicaciones*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Rodrigo, J. (2015). *Comparación de Performance de*. Obtenido de https://rdu.iaa.edu.ar/bitstream/123456789/629/1/TF_Rodrigo%20Fernandez.pdf
- Sánchez, L. (2017). *Memorias de Acceso Aleatorio y su Funcionamiento*. Obtenido de <https://rei-ingenieria.com/memorias-acceso-aleatorio.pdf>
- Services, A. W. (2023). *¿Cuál es la diferencia entre los hipervisores de tipo 1 y de tipo 2?* Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/compare/the-difference-between-type-1-and-type-2-hypervisors/>
- Smith, J. E. (2005). *The Architecture of Virtual Machines*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1430629>
- Software, P. (2023). *PassMark PerformanceTest Manual*. Obtenido de https://www.passmark.com/downloads/BIT_Users_Guide_Ed10_0.pdf
- Sysbench. (2022). *Sysbench Documentation*. Obtenido de <https://imysql.com/wp-content/uploads/2014/10/sysbench-manual.pdf>
- Virtualización. (s.f.). *Sistemas de múltiples procesadores*. Obtenido de <https://www.fing.edu.uy/tecnoinf/paysandu/cursos/2do/so/material/Teoricos/10.pdf>

VMware, I. (2021). *VMware Workstation Pro Documentation*. Obtenido de <https://docs.vmware.com/en/VMware-Workstation-Pro/16.0/workstation-pro-16-user-guide.pdf>

7. ANEXOS

<https://www.virtualbox.org/>

<https://www.vmware.com/content/vmware/vmware-published-sites/us/products/desktop-hypervisor.html.html.html>

<https://ubuntu.com/download>

<https://www.microsoft.com/es-es/software-download/windows10>