

Tipo de artículo: Artículo original

Técnicas de virtualización utilizando el hipervisor Citrix para la optimización de equipos obsoletos de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Virtualization techniques using the Citrix hypervisor for the optimization of obsolete equipment from the Technical University of Cotopaxi

Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes^{1*} , <https://orcid.org/0000-0002-0181-6947>

Kevin Paúl Guala Chimborazo² , <https://orcid.org/0000-0002-6473-7322>

Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera³ , <https://orcid.org/0000-0001-9620-1437>

¹Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. paulina.gavilanes9@utc.edu.ec

²Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. kevin.guala6868@utc.edu.ec

³Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. jorge.rubio@utc.edu.ec

* Autor para correspondencia: paulina.gavilanes9@utc.edu.ec

Resumen

El estudio analizó la información existente sobre la integración de un entorno que permite la gestión heterogénea de la topología de la red de laboratorios de la Universidad Técnica del Cotopaxi, denominada “Grid Computing”. La integración se realiza para demostrar que en la universidad los equipos informáticos tienen obsolescencia tecnológica y se encuentran deteriorados. Esta situación obliga a la organización a cambiar los equipos tecnológicos para mejorar el funcionamiento y rendimiento. Esto genera una fuerte demanda de los recursos económicos que brinda la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador, los cuales no son suficientes para reemplazar todo el equipo defectuoso. El objetivo es implementar el sistema operativo Citrix XenServer, por medio del empleo de un servidor, que permita virtualizar las aplicaciones informáticas en las computadoras del laboratorio de redes de la Universidad Técnica Cotopaxi. La investigación es de desarrollo tecnológico, con enfoque cualitativo y alcance descriptivo. Fue llevada a cabo en Latacunga, Ecuador entre 2020 y 2021. La propuesta tecnológica representa una solución para evadir el gasto excesivo de recursos económicos para reemplazar equipos tecnológicos obsoletos. El prototipo implementado distribuye la potencia del hardware del hipervisor XenServer a todos los dispositivos informáticos conectados a la red, a través de la infraestructura de servicios. Adicionalmente, es una propuesta para ayudar a la conservación del medio ambiente, al minimizar el impacto ambiental de las computadoras obsoletas.

Palabras clave: hipervisor, infraestructura, redes, servidores, virtualización.

Abstract

The study analyzed the existing information on the integration of an environment that allows the heterogeneous management of the topology of the laboratory network of the Technical University of Cotopaxi, called “Grid Computing”. The integration is carried out to demonstrate that the computer equipment in the university has technological obsolescence and is deteriorated. This situation forces the organization to change technological equipment to improve operation and performance. This



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

generates a strong demand for the economic resources provided by the National Secretariat of Higher Education, Science, Technology and Innovation of Ecuador, which are not enough to replace all the defective equipment. The objective is to implement the Citrix XenServer operating system, through the use of a server, which allows virtualization of computer applications in the computers of the Cotopaxi Technical University's network laboratory. The research is of technological development, with a qualitative approach and descriptive scope. It was carried out in Latacunga, Ecuador between 2020 and 2021. The technological proposal represents a solution to avoid the excessive expenditure of economic resources to replace obsolete technological equipment. The implemented prototype distributes the power of the XenServer hypervisor hardware to all computing devices connected to the network, through the services infrastructure. Additionally, it is a proposal to help conserve the environment, by minimizing the environmental impact of obsolete computers.

Keywords: hypervisor, infrastructure, networks, servers, virtualization.

Recibido: 18/08/2021

Aceptado: 25/11/2021

Introducción

Citrix Hypervisor es la plataforma líder para infraestructura de virtualización de escritorio, servidor y nube de bajo costo (Citrix, 2021). Permite a las organizaciones de todos los tamaños o tipos integrar recursos de tecnologías de la información, y transformarlos en cargas de trabajo para lograr el cumplimiento con los requisitos de los centros de datos (Dorđević et al., 2020; Polenov et al., 2018). Al mismo tiempo, asegura una ruta óptima para mover cargas de trabajo a la nube (Wang et al., 2011).

El trabajo actual analiza los datos encontrados acerca de la integración de los entornos de trabajo que permiten la gestión de la topología heterogénea de la red del laboratorio de redes de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), denominada *Grid Computing*. La integración a la red se logra por medio de la virtualización de las aplicaciones informáticas, con el empleo de sistemas operativos hipervisores y sus propias herramientas de gestión. Esta combinación se hará para demostrar que la instalación tiene equipos informáticos degradados y obsoletos. Tal situación lleva a las organizaciones a cambiar de equipo tecnológico de vez en cuando. Todo esto condiciona una fuerte inclusión de elementos económicos para reemplazarlos con modernos recursos tecnológicos.

En este sentido, en el marco del estudio, se lleva a cabo la descripción del prototipo elaborado por los estudiantes de la institución, detalles de los resultados obtenidos y los beneficios que traerá a los estudiantes y profesores al utilizar el laboratorio de red. Esto se debe a que esta herramienta de virtualización abre muchas áreas de investigación diferentes en el campo de las redes y, por lo tanto, contribuye a la conservación del medio ambiente. La implementación del proyecto de investigación reducirá el impacto ambiental causado por computadoras y otros dispositivos tecnológicos en constante degradación.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

La infraestructura tecnológica de la Universidad Técnica de Cotopaxi todavía tiene en sus instalaciones computadoras fabricadas desde 2013, en comparación con los equipos de TI actuales que ahora están muy desactualizados. Están desactualizados tecnológicamente, debido a la obsolescencia y depreciación de los dispositivos (Dos Santos & Flores, 2015; Gavilánes et al., 2017). Todo esto no le permite a la universidad tomar la delantera en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación (Pérez et al., 2021).

La Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales tiene muchos laboratorios de computación. Uno de estos laboratorios es la red informática. Este laboratorio contiene 18 computadoras equipadas con procesadores Intel Core i7 de quinta generación. Estos microprocesadores fueron lanzados en 2015, y dependiendo de la antigüedad de la computadora, son casi obsoletos debido a sus 4 años de antigüedad en uso y producción (Vega, 2012).

Hoy en día, la obsolescencia de las computadoras se ha convertido en una realidad que ha despertado desde sus inicios. Dado que el hardware se actualiza y mejora constantemente, junto con las actualizaciones del sistema operativo, esto genera un impacto significativo en el medio ambiente (Dos Santos & Flores, 2005; Gavilánes et al., 2017). Cuantas más computadoras estén clasificadas como desactualizadas, más pérdidas de tecnología causan. Es por eso que se recomienda utilizar la informática en red, que tiene como objetivo utilizar un solo servidor para brindar servicios virtuales. Además, utiliza sistemas operativos y aplicaciones informáticas que las computadoras más antiguas ya no pueden ejecutar debido a las limitaciones de su hardware (Jacob et al., 2005).

Esta propuesta tiene como objetivo analizar la virtualización como una alternativa a las limitaciones mencionadas anteriormente (Niño & Vásquez, 2020; Sivinta & Jiménez, 2019). Por lo tanto, los equipos informáticos obsoletos o que ahorran recursos pueden seguir utilizándose para evitar o retrasar su renovación en el laboratorio de redes informáticas de UTC. Esto evita invertir demasiados recursos económicos para reemplazarlos (Pacheco, 2009). Hoy en día, la virtualización ofrece muchas ventajas y capacidades únicas (Huber et al., 2011; Molina, 2019).

Mediante el uso de la virtualización, herramientas y tecnologías como Citrix Hypervisor pueden reducir significativamente los costos en las áreas de administración de sistemas, instalación y configuración de dispositivos para respaldo, monitoreo y gestión de infraestructura (Bálan et al., 2019; Doña et al., 2010; Niño y Vásquez, 2020). Además, reduce la cantidad de servidores físicos y recursos disponibles en la universidad. Adicionalmente, brinda la capacidad de centralizar y automatizar procesos que a menudo requieren mucho tiempo para administrar, y puede aprovisionar y migrar máquinas virtuales de manera rápida y eficiente, mientras se mantiene la calidad del servicio (Pacheco, 2009; Ruiz-Martínez & Martínez, 2015).



Materiales y métodos

La investigación propuesta es de desarrollo tecnológico, con enfoque cualitativo y alcance descriptivo. Fue llevada a cabo en Latacunga, Ecuador entre 2020 y 2021. El objetivo general de la investigación es implementar el sistema operativo Citrix XenServer, por medio del empleo de un servidor, que permita virtualizar las aplicaciones informáticas en las computadoras del laboratorio de redes de la Universidad Técnica Cotopaxi. Los objetivos específicos definidos para dar cumplimiento al objetivo general son:

1. Analizar los referentes teóricos asociados con diseño y desarrollo de software con *Grid Computing* por medio de Citrix XenServer.
2. Implementar la tecnología de *Grid Computing* por medio del empleo de Citrix XenServer en los laboratorios de redes de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
3. Analizar el resultado de la investigación a partir de la comparación con lo realizado en otros trabajos en la implementación del *Grid Computing*.

Para el cumplimiento de los tres objetivos de la investigación se llevaron a cabo determinadas tareas como la revisión documental del *Grid Computing* con base en la literatura científica especializada en la materia. La revisión documental tuvo la finalidad de realizar una reflexión innovadora crítica sobre determinados conceptos y conocimientos importantes para la investigación (Sampieri & Torres, 2018). Asimismo, se llevó a cabo la implementación del *Grid Computing* en el laboratorio de redes de la UTC y la comparación de los resultados arrojados en la investigación con los principales referentes teóricos.

La población con la que se trabajó en la investigación fue la UTC. Se aplicó una encuesta a los estudiantes de sexto, séptimo y octavo ciclo y profesores de la Carrera de Sistemas, para conocer el estado actual de la problemática analizada en la institución. Se encuestaron la totalidad de los elementos que se consideran necesarios para evaluarla obsolescencia tecnológica y el deterioro del equipamiento tecnológico existente en la UTC. La encuesta puede ser consultada en el Anexo 1.

Los datos cuantitativos obtenidos permitirán la demostración que la utilización de *Grid Computing* en los laboratorios de redes posibilitará que el equipamiento que ya se encuentra en obsolescencia tecnológica pueda continuar operando bajo parámetros adecuados de velocidad y rendimiento, alargando su vida útil.



El tamaño de la muestra con la que se trabajó fue de 88 sujetos. De acuerdo al cálculo del tamaño de la muestra, se llevará a cabo la aplicación de 86 encuestas, en donde se encuentran involucrados 5 profesores y 83 estudiantes de la Facultad de CIYA. Para el cálculo de su tamaño adecuado se utilizó la fórmula que a continuación se muestra:

$$n = \frac{(Z)^2 * P * Q * N}{(N - 1) * E^2 + (Z)^2 * P * Q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra a obtener

N = Tamaño de la población objeto de estudio (114 sujetos)

P = Probabilidad de ocurrencia del éxito (0.5)

Q = Probabilidad de ocurrencia del fracaso (0.5)

Z = Nivel de confianza del 95% (1.96)

Principales herramientas y tecnologías empleadas:

Citrix XenServer (Citrix Hypervisor): una plataforma de virtualización de código abierto para administrar infraestructuras de nube virtual, servidores y escritorios, lo que permite un camino sin problemas hacia la nube (Citrix, 2021; Huber et al., 2011; Tenggono, 2020). Además, es un sistema operativo encargado de la administración y alojamiento de las máquinas virtuales puestas en él, lo que permite configurarlo a través de XenCenter utilizando SSH en el servidor (Staalinprasannah & Suriya, 2013; Wang et al., 2011).

Citrix XenApp: la solución de entrega de aplicaciones virtuales líder en la industria que entrega aplicaciones bajo la infraestructura de Microsoft Windows a los empleados, en los dispositivos. Al lograr la centralización del control con XenApp, permite brindar equipo libertad de movimiento al equipo, al tiempo que aumenta la seguridad y reduce los costos de TI (Citrix, 2021).

Citrix XenCenter: una interfaz de usuario gráfica (GUI) que posibilita distribuir varios sistemas operativos XenServer virtualizados que se ejecutan, lo que permite a los usuarios la instalación, configuración, así como poder interactuar y administrar los dispositivos. XenCenter le permite ver el rendimiento de diferentes máquinas virtuales instaladas en su servidor XenServer (Citrix, 2021).

OpenXenManager: permite la gestión de varios sistemas operativos virtuales, ya que es una multi-versión de código abierto escrita con el lenguaje de programación Python, basada en XenCenter (Citrix, 2021).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Xen Orchestra: es una aplicación basada en la web para administrar máquinas virtuales instaladas en XenServer. Sin software de servidor adicional. XOA claramente apunta a reemplazar XenCenter en entornos web, con el objetivo fundamental de administrar máquinas virtuales y mejorar la compatibilidad con diferentes versiones de XenServer (Bálan et al., 2019; Citrix, 2021).

Resultados y discusión

Análisis de las encuestas aplicadas a estudiantes

A partir de los datos de la encuesta aplicada a estudiantes y profesores en los ciclos de sexto a octavo, se determinaron posibles soluciones a partir de las siguientes preguntas:

En respuesta a la pregunta 2, con respecto a los equipos de computación obsoletos en los laboratorios de UTC, se enfatizó que, para la fecha de fabricación, las computadoras de la institución se encuentran bajo criterios de obsolescencia. Como resultado, existen muchas herramientas para determinar de manera precisa cuándo un equipo se encuentra obsoleto o discontinuado. Además de incurrir en un costo superior, en comparación con un equipo actualizado, no se pueden instalar aplicaciones modernas que consuman muchos recursos debido a la poca RAM y procesadores con pocas prestaciones con los que se disponen. En esta pregunta, el 80% de los encuestados consideró que el equipo informático disponible en los laboratorios de la UTC estaba desactualizado, como se muestra en la Figura 1.

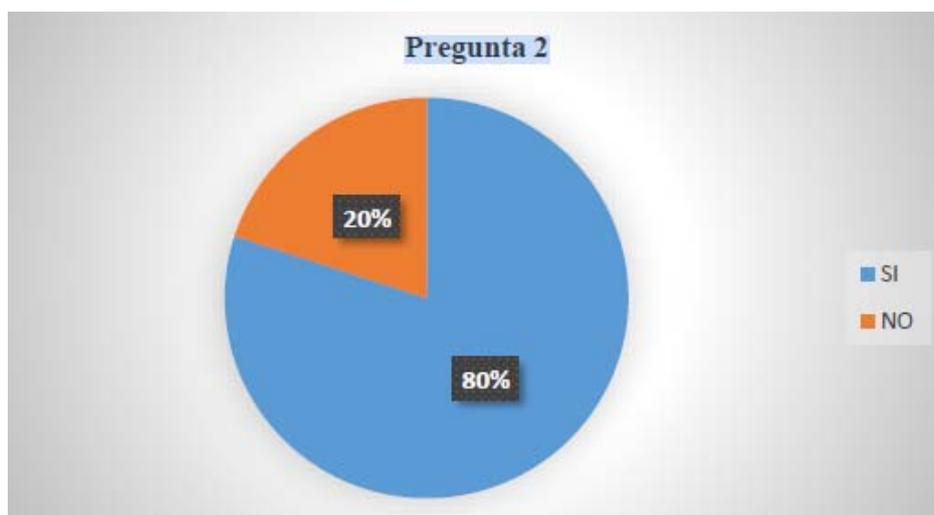


Figura 1. Obsolescencia de los equipos de cómputo existentes en los laboratorios de la UTC. Fuente: elaboración propia.



De manera similar, se realizó el análisis de la pregunta 3, abordando la cuestión de si la virtualización de servidores es una solución que se puede implementar en los laboratorios de la UTC. El 90% de los encuestados cree que esto es posible, mientras que el 10% cree que es mejor seguir utilizando equipos informáticos personales en el laboratorio. Al mismo tiempo ignoran el funcionamiento de una red informática que se encuentre gestionada por un servidor dedicado a la virtualización. La estadística descriptiva generada se puede ver en la Figura 2.

Además, en la pregunta 7 del cuestionario, asociada con la ejecución de herramientas de software virtuales en un servidor para mejorar el funcionamiento de equipos obsoletos, se constata que el rendimiento de estos equipos mejora significativamente, lo que resulta en una vida útil más larga. Además, esto ayuda a reducir el costo de reemplazo de recursos económicos para la compra de computadoras modernas. En esta pregunta, el 97% de los encuestados acordó implementar servicios de virtualización en los laboratorios de UTC, como se muestra en la Figura 3.

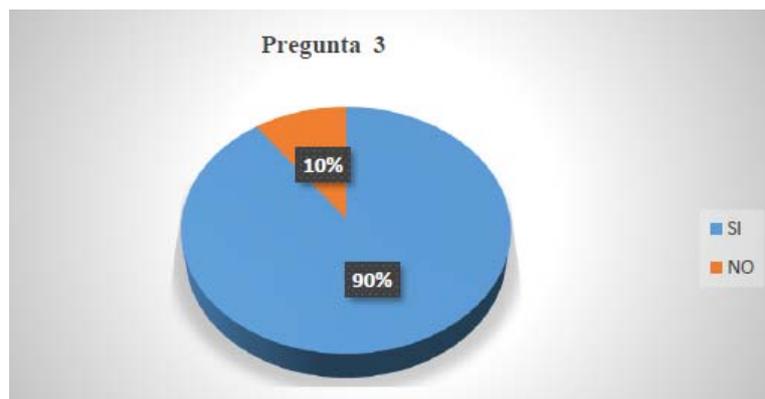


Figura 2. Virtualización de servidores como solución a ser implementada en los laboratorios de la UTC. Fuente: elaboración propia.



Figura 3.Concordancia de los encuestados con la implementación de los servicios de virtualización en los laboratorios de la UTC. Fuente: elaboración propia.

Simulación por medio de Packet Tracer de la red del laboratorio de redes

A partir del resultado obtenido en las encuestas, se creó una simulación de la red del laboratorio de redes a partir del software Packet Tracer, desarrollado por la empresa CISCO. El empleo de este software fue útil para evaluar todos los parámetros necesarios como velocidad, seguridad y rendimiento. La propuesta constó de un switch y un router, los cuales se configuraron con interfaz FastEthernet. Se configuraron dos servidores, uno instalado con el sistema operativo XenServer y el otro con el sistema operativo Windows Server 2012. Adicionalmente, en la propuesta se incluyeron 19 computadoras, todas con la distribución de Linux denominada Ubuntu. Las computadoras se configuraron desde la dirección IP 192.168.0.130 con nombre PC1, hasta la computadora 19, con dirección IP 192.168.0.149. En la figura 4 se muestra la simulación de la red física.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**

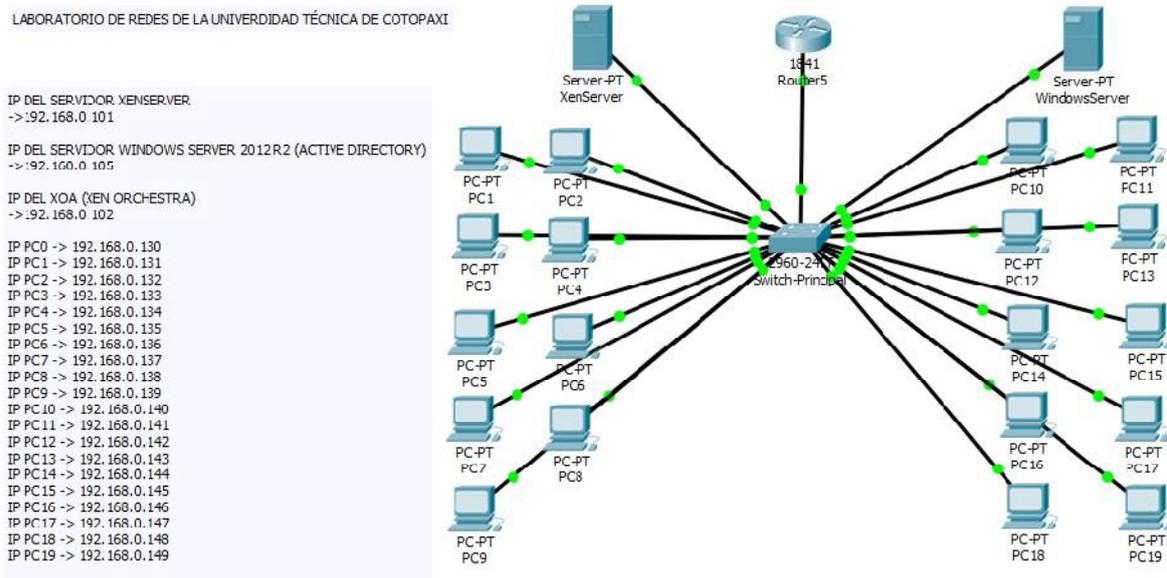


Figura 4. Utilización del Packet Tracer para simular la red en cuestión. Fuente: elaboración propia.

Resultados del desarrollo del prototipo

Luego de los resultados satisfactorios presentados anteriormente, se procedió con el desarrollo del prototipo. En tal sentido se puede afirmar que el empleo de *Grid Computing*, por medio del software de virtualización de servidores Citrix XenServer, fue determinante en la identificación de los errores, problemas y desaciertos en las distintas computadoras. En la figura 5 se puede observar el proyecto tecnológico implementado, por medio del servidor físico que está ejecutando la herramienta Citrix XenServer.

Con la implementación de la propuesta se pudo determinar que hay numerosas insuficiencias y quejas de los usuarios con respecto a las prestaciones de las computadoras, como producto de la obsolescencia tecnológica que tienen. Es por ello que se empleó la herramienta de virtualización propuesta por medio de un software que posibilita la coordinación de cada uno de los recursos implicados de forma heterogénea. Todo ello se hizo mediante la tecnología denominada *Grid Computing*.





Figura 5. Ejecución de Citrix XenServer en el Servidor físico. Fuente: elaboración propia.

El empleo de *Grid Computing* posibilitará que se puedan crear, expandir y desarrollar nuevas y diversas fuentes de conocimiento, así como lograr su gestión e inferencia, todo lo cual será favorable para profesores y estudiantes de la universidad. Con ello se podrán tener nuevas líneas de generación de conocimiento, ya que facilitará la utilización de tecnologías novedosas enfocadas a la virtualización por medio del empleo de equipamiento con pocas prestaciones de hardware. Todo ello será posible por medio de la utilización de una computadora central que gestione y controle todo el flujo de trabajo que genera el usuario de la red.

En el trabajo se desarrolló un software que utilizó *Grid Computing*. En su implementación se utilizaron varias tecnologías adicionales: XenServer como plataforma de virtualización de centros de datos y servidores. La misma permite que los usuarios puedan aprovechar todas las prestaciones y rendimiento provisto por el servidor y no los componentes propios de la computadora, siendo una gran ventaja para trabajar con buena velocidad y tener un desempeño superior. Para implementarla propuesta se realizó la configuración de la red con cada uno de los componentes propuestos.

La red en *Grid* empleada para el desarrollo del prototipo absorbe toda la carga de trabajo del conjunto de equipos que se encuentran en la red del laboratorio. Con esta característica se provee que una sola computadora servidor administre las prestaciones y los equipos cliente tengan a su vez una mayor velocidad para procesar los datos. En el presente trabajo se empleó el paradigma de Hipervisor, en donde toda la capacidad de hardware de una red va a depender del servidor y no de las máquinas cliente.



A partir de lo abordado, se seleccionó el sistema operativo para la gestión del *Grid*, siendo Citrix XenServer el seleccionado por sus potencialidades y características. En la actualidad Citrix XenServer es considerado uno de los hipervisores más potentes del mercado, el cual permite la implementación de los dos tipos posibles de *Grid Computing*. Posteriormente, se mejoraron las características físicas de la computadora a utilizar para la implementación de la propuesta. Se utilizó un equipo de marca Hewlett-Packard (HP), al cual se le integró procesador Intel Core i7 de cuarta generación, con una memoria RAM de con 16 Giga Bytes.

El equipo señalado fue utilizado como servidor para la virtualización de las aplicaciones, donde se instaló el software XenServer 7. Adicionalmente, se instaló un segundo servidor, para poder llevar a cabo la administración de cada una de las máquinas virtuales a ser instaladas con XenServer. El sistema operativo Windows Server 2012 R2 fue el utilizado para instalar esta segunda computadora. En la figura 6 se muestra el servidor físico ejecutando el sistema operativo Windows Server 2012.

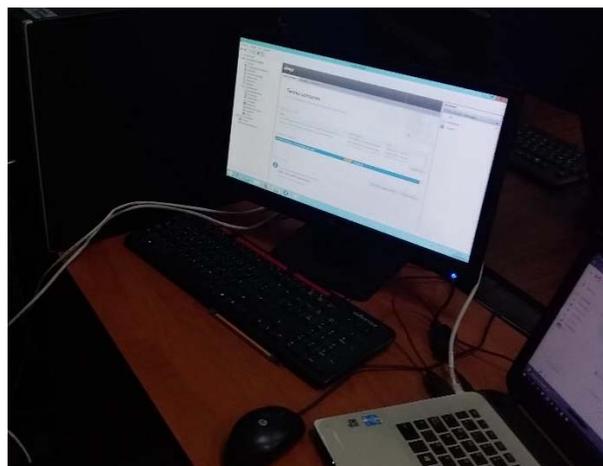


Figura 6. Servidor físico ejecutando el sistema operativo Windows Server 2012. Fuente: elaboración propia.

En el proceso de instalación fue utilizado el software Citrix XenCenter para posibilitarle al administrador del servidor la configuración de cada uno de los ambientes de virtualización. Cada una de ellas serán empleadas como imágenes maestras en el software XenApp. Citrix XenCenter fue instalado en el segundo servidor, el que fue instalado con Windows Server 2012.

XenApp es el programa de administración gráfica utilizado en los servidores. Con su empleo se puede promover que una máquina virtualizada puede trascender a imagen maestra. Posterior a ello, la misma se clona y distribuye a los usuarios dentro de la red. La imagen maestra debe tener todas las aplicaciones que el usuario necesita, sino no las va a poder utilizar desde su computadora. Cada cambio que se necesite, como nuevas aplicaciones informáticas,



debe ser reportado para que se configure nuevamente la imagen maestra y cada una de las modificaciones se vean actualizados en los clones.

XenApp y XenCenter son aplicaciones que normalmente operan de manera integrada. XenApp funciona a partir de las imágenes maestras que se instalan por medio de XenCenter. Luego se clonan las imágenes maestras y se distribuyen a todos los clientes de la red. Adicionalmente, XenApp igualmente puede realizar la clonación y distribución de las herramientas de software de los escritorios físicos con los que se cuenta, siempre y cuando esta tenga compatibilización con la tecnología VDA. Este es el software principal que posibilita la clonación de las imágenes maestras que se encuentran en el servidor. En el estudio en cuestión fue implementado VDA, el cual tiene compatibilidad con el sistema operativo empleado. En la figura 7 se puede observar la ejecución del XenApp en el servidor físico.

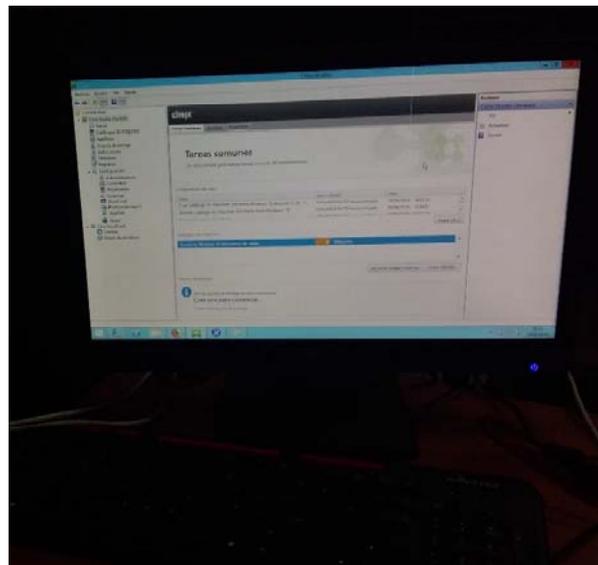


Figura 7. Ejecución del XenApp en el servidor físico. Fuente: elaboración propia.

Luego de implementado VDA, bien sea en la máquina virtual o en el escritorio físico, se considera una imagen maestra. Seguidamente, XenApp crea un catálogo de máquinas virtuales en los que se configuran cada uno de los elementos de gestión de los datos de usuarios. A continuación, XenApp hace públicas estas máquinas clonadas en XenCenter. Adicional a ello, se ejecutó OpenXenManager en la computadora con el sistema operativo Ubuntu, como se muestra en la figura 8. Así mismo, se desarrolló Xen Orchestra XOA, que permite la visualización, utilización, configuración y administración de las máquinas virtuales en XenServer mediante la web.



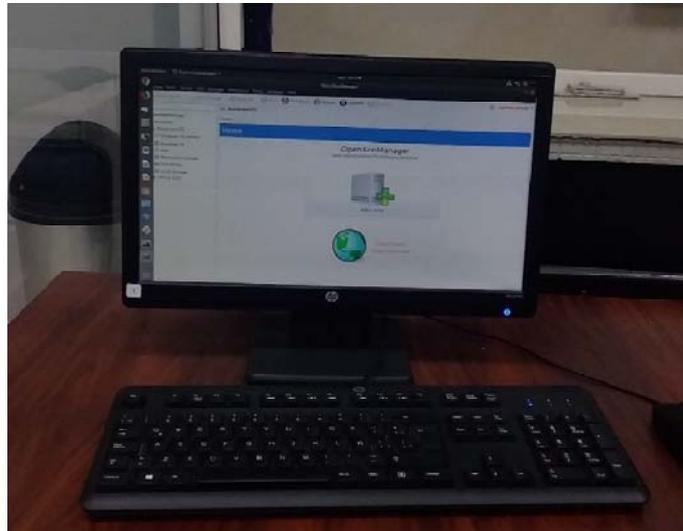


Figura 8.Ejecución del OpenXenManager en un computador cliente. Fuente: elaboración propia.

Para publicar las máquinas virtuales se consideró el rendimiento del procesador, memoria RAM y capacidad de almacenamiento que posee el servidor XenServer. La cantidad de máquinas virtuales que puede ejecutar al mismo tiempo depende de esto. Para el prototipo desplegado pueden ser virtualizadas hasta 3 máquinas, asignando los siguientes recursos hardware: un procesador Intel Core i7 de cuarta generación con 4 núcleos lógicos y 4 físicos con *Turbo Boost*, generando 8 núcleos y contando con 8 subprocesos.

Costo-beneficio de implementar la propuesta presentada

Caso práctico de laboratorio de red:

El costo total para implementar el prototipo fue de US \$ 16 486,40, en comparación con el reemplazo de las computadoras de laboratorio de la red a US \$ 21 914,77. El margen de capital invertido es de \$ 5,428.37, que es el 24.77% del mismo. Por tanto, podemos decir que la implementación del proyecto es posible. Existe un importante ahorro de recursos económicos para la universidad.

Caso laboratorio 4:

El costo total de ejecución fue \$ 24,185.30, comparado con \$ 34,228.80 para un reemplazo de computadora. El margen sobre el capital invertido es \$ 10,043.50, que es el 29.3% del mismo. Por lo tanto, el proyecto se puede implementar de la misma manera que proporciona recursos económicos para la universidad.



Al observar los dos casos de estudio, se puede concluir que la implementación del proyecto en cualquiera de los laboratorios de la CTU ofrece una ventaja económica para esta investigación. Menores costos de implementación en comparación con los costos de reemplazo de computadoras.

Conclusiones

Como conclusiones fundamentales de la investigación realizada, se puede afirmar que el análisis de la información obtenida posibilitó la identificación de un conjunto de factores necesarios en el empleo efectivo de *Grid Computing*, para el desarrollo e implementación del proyecto en cuestión, lo cual permitió que se adquirieran los saberes necesarios para la manipulación de Citrix XenServer.

Al desarrollar el hipervisor XenServer junto con las herramientas de gestión del servidor, se pudo demostrar que ejecuta cada proceso de *Grid Computing* sin afectaciones. Como se identificó en la literatura científica especializada y se demuestra en el estudio, XenServer permite de manera eficiente la administración y gestión de los recursos, los cuales son aprovechados por las máquinas cliente para un funcionamiento adecuado, sin la generación de carga de procesamiento del cliente, la cual es absorbida por los recursos de hardware del servidor XenServer.

Por medio del desarrollo de la propuesta de virtualización utilizando el hipervisor Citrix, se pudo demostrar que *Grid Computing* es una tecnología novedosa a ser utilizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Ello se debe a que, al poder lograr la centralización en cuanto al rendimiento, basado en el hardware del servidor XenServer hipervisor, mejora en las estaciones de trabajo cliente la capacidad de procesamiento, pudiendo reutilizarlas computadoras en obsolescencia tecnológica. Todo ello genera pertinencia y valor práctico de los resultados. Así mismo, impacta en la economía y en el medio ambiente.

Finalmente, mediante la implementación del prototipo de virtualización se constató la aplicabilidad de la propuesta de prototipo implementado en el laboratorio de redes de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Del mismo modo, el análisis de factibilidad realizado demuestra que los costos por concepto de desarrollo de software son menores a si se sustituyen los equipos que están obsoletos.

Conflictos de intereses

Los autores de la investigación no presentan conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
2. Curación de datos: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
3. Análisis formal: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
4. Adquisición de fondos: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
5. Investigación: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
6. Metodología: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
7. Administración del proyecto: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
8. Recursos: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
9. Software: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
10. Supervisión: Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
11. Validación: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
12. Visualización: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera
13. Redacción – borrador original: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo
14. Redacción – revisión y edición: Paulina Aracely Gavilanes Gavilanes, Kevin Paúl Guala Chimborazo, Jorge Bladimir Rubio Peñaherrera

Financiamiento



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

La investigación no requirió fuente de financiamiento.

Referencias

- BĂLAN, T., ROBU, D., SANDU, F., BĂLAN, A. Building a Virtualized Cybersecurity Lab. In *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning* (pp. 1024-1032). Springer, Cham. 2019. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-49932-7_95
- CITRIX. Citrix Hipervisor. Citrix Systems. XenApp, XenDesktop, XenMobile and XenServer are part of the Xen® family of products. 2021. https://www.citrix.com/products/citrix-hypervisor/?_fsi=p0sEMuY5
- DORĐEVIĆ, B., TIMČENKO, V., SAVIĆ, S., DAVIDOVIĆ, N. Comparing Hypervisor Virtualization Performance with the Example of Citrix Hypervisor (XenServer) and Microsoft Hyper-V. In *2020 19th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)* (pp. 1-6). IEEE. 2020. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH48170.2020.9066288>
- DOS SANTOS, H. M., FLORES, D. Las vulnerabilidades de los documentos digitales: Obsolescencia tecnológica y ausencia de políticas y prácticas de preservación digital. *Biblios: Journal of Librarianship and Information Science*. 2015, (59), 45-54. <https://doi.org/10.5195/biblios.2015.215>
- DOÑA, J., GARCÍA, J. E., LÓPEZ, J., PASCUAL, F., PASCUAL, R. Virtualización de servidores-Una solución de Futuro. Campus Universitario de Teatinos. Málaga. España. 2010. http://www.redtauros.com/Clases/Gestion_SO/Sistemas_paravirtuales.pdf
- GAVILÁNES, K. A. M., LÓPEZ, R. F. M., FUENTES, J. L. V. La obsolescencia programada y la pirámide de las necesidades: un estudio exploratorio a partir de la percepción del consumidor. *Revista Publicando*. 2017, 4(12 (2)), 730-751. <https://core.ac.uk/download/pdf/236644591.pdf>
- HUBER, N., VON QUAST, M., HAUCK, M., KOUNEV, S. Evaluating and Modeling Virtualization Performance Overhead for Cloud Environments. *CLOSER*. 2011, 11, 563-573. <https://www.scitepress.org/Papers/2011/33889/33889.pdf>
- JACOB, B., BROWN, M., FUKUI, K., TRIVEDI, N. Introduction to grid computing. IBM Redbooks. 2005, 3-6. <https://web.uettaxila.edu.pk/CMS/2017/FALL2017/teGNCCms/tutorial/Introduction%20to%20Grid%20Computing%20IBM.pdf>



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**

- MOLINA, J. S. H. Uso de la tecnología de virtualización de funciones de red (nfv) en el laboratorio de redes de la universidad técnica de Cotopaxi (Bachelor's thesis). Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). Latacunga, Ecuador. 2019. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5319>
- NIÑO, D. F., VÁSQUEZ, D. F. N. Diseño de un modelo de virtualización para la implementación de un sistema de servidores en alta disponibilidad. Tesis de licenciatura. Universidad Cooperativa de Colombia. 2020. Disponible en <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/17050>
- PACHECO, L. D. O. La tecnología de virtualización en las computadoras. CienciaUAT. 2009, 3(4), 56-59. <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942916012.pdf>
- POLENOV, M., GUZIK, V., LUKYANOV, V. Hypervisors comparison and their performance testing. In Computer Science On-line Conference. Springer, Cham. 2018, 148-157. Disponible en https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91186-1_16
- PÉREZ, J. F. R., LÓPEZ-TORRES, V. G., MOREJÓN-VALDÉS, M. Information and Communication Technologies as a competitive performance factor in provider institutions of medical services in Ensenada, Baja California. Journal of Administrative Science. 2021, 2(4), 31-37. <https://doi.org/10.29057/jas.v2i4.6750>
- RUIZ-MARTÍNEZ, A., MARTÍNEZ, P. Enseñanza práctica de Arquitectura de Redes mediante la Virtualización de Escenarios de Red. Ocnos, Revista Estudios Literatura. 2015, 1(1), 67-81. https://web.archive.org/web/20180411231339id_/https://revista.uclm.es/index.php/edonet/article/viewFile/770/741
- SAMPIERI RH, TORRES CPM. Metodología de la investigación (Vol. 4). México DF: McGraw-Hill Interamericana. 2018.
- SIVINTA, E. B.C., JIMÉNEZ, J. A. L. Virtualización de software para reutilizar hardware obsoleto en el laboratorio de redes de la UTC. Tesis de licenciatura. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. 2019. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5336>
- STAALINPRASANNAH, N., SURIYA, S. Implementation of Xenserver to ensuring business continuity through power of virtualization for cloud computing. In 2013 Fourth International Conference on Computing, Communications and Networking Technologies (ICCCNT) (pp. 1-6). IEEE. 2013. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2013.6726465>



- TENGGONO, A. Analysis of Server Virtualization Service Performance Using Citrix Xenserver. In Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. 2020, 1500 (1). Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1500/1/012098/meta>
- VEGA, O. A. Efectos colaterales de la obsolescencia tecnológica. Facultad de Ingeniería. 2012, 21(32), 55-62. <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940771005.pdf>
- WANG, J., YANG, L., YU, M., WANG, S. Application of server virtualization technology based on citrix xenserver in the information center of the public security bureau and fire service department. In 2011 International Symposium on Computer Science and Society (pp. 200-202). IEEE. 2011. <https://doi.org/10.1109/ISCCS.2011.62>

Anexos

Anexo 1. Encuesta aplicada a estudiantes y profesores

1. ¿Conoce usted lo que es un sistema de virtualización?
SI () NO ()
2. ¿Considera usted que en los laboratorios de la UTC existen equipos informáticos (computadores) obsoletos?
SI () NO ()
3. ¿Piensa usted que la virtualización de servidores es una solución que pueda ser implementada en los laboratorios de la UTC?
SI () NO ()
4. ¿Cree usted que la virtualización de servidores mejore el rendimiento de equipos obsoletos sin la necesidad de realizar gastos elevados?
SI () NO ()
5. ¿Conoce usted las herramientas de virtualización Citrix XenServer, Citrix XenCenter y OpenXenManager?
SI () NO ()
6. ¿Estaría de acuerdo que al tener implementado un servidor de sistemas operativos o aplicaciones en los laboratorios para mejorar el aprovechamiento de trabajo y servicio de las aplicaciones virtualizadas?
SI () NO ()



7. ¿Estaría usted de acuerdo que se realice la implementación de servicios de virtualización en los laboratorios de la UTC (plan piloto en el laboratorio de redes)?

SI () NO ()

8. ¿Cree usted que la virtualización de servidores será una ayuda en las aplicaciones y mejore el rendimiento en los equipos obsoletos?

SI () NO ()



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)