

Tipo de Publicación: Ensayo

Recibido: 12/09/2022

Aceptado: 15/12/2022

Páginas: 220-231

Autor:

José G. Aponte Castro

Ingeniero de Sistemas

Magister

Doctorando en Ciencias Gerenciales

 <https://orcid.org/0000-0002-0045-3320>

E-mail: apontecastro01@gmail.com

Afiliación:

Universidad Latinoamérica y del Caribe

Caracas - Venezuela

HERRAMIENTA PROXMOX COMO PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA VIRTUALIZACIÓN DE SERVIDORES EN LA ORGANIZACIÓN

Resumen

La plataforma Proxmox representa una herramienta muy importante en el área tecnológica, debido a la facilidad al momento de crear servidores virtuales y su administración. Esta multiplataforma soporta diversos sistemas operativos y brinda una serie de elementos que son fundamentales en la operación costo - beneficio, esto principalmente por sus bondades y esencialmente por ser de libre licenciamiento. Esta herramienta tecnológica ofrece crear servidores y contenedores virtuales ambos a nivel del sistema operativo, pero uno, usa los recursos virtuales y el otro los recursos directo del servidor físico respectivamente. Esta investigación se hizo de forma descriptiva de diferentes herramientas de virtualización, y se obtuvo la que ofreció mejores rendimientos y su posterior estudio de elementos y puesta en práctica. Los resultados obtenidos evidenciaron que Proxmox es una herramienta eficiente y viable para la virtualización de servidores y que ofrece mejores beneficios.

Palabras Clave: Servidores virtuales, sistemas operativos, multiplataforma, contenedores virtuales

PROXMOX TOOL AS A TECHNOLOGICAL PLATFORM FOR THE VIRTUALIZATION OF SERVERS IN THE ORGANIZATION

Abstract

The Proxmox platform represents a very important tool in the technological area, due to the ease of creating virtual servers and their administration. This multiplatform supports various operating systems and provides a series of elements that are fundamental in the cost-benefit operation, mainly due to its benefits and essentially because it is freely licensed. This technological tool offers to create virtual servers and containers both at the operating system level, but one uses the virtual resources and the other the direct resources of the physical server respectively. This research was done in a descriptive way of different virtualization tools, and the one that offered the best performance was obtained and its subsequent study of elements and implementation. The results obtained showed that Proxmox is an efficient and viable tool for server virtualization and that it offers better benefits.

Keywords: Virtual servers, operating systems, multiplatform, virtual containers

Introducción

En este trabajo de investigación se describirá una herramienta tecnológica que ha evolucionado la forma de almacenar los datos y cómo administrar los servicios tecnológicos. En nuestros días la tecnología ha avanzado mucho, ya es normal que se cuente con una computadora para llevar cualquier registro de una pequeña empresa. Se ha vuelto indispensable la tecnología para reasentar los diferentes servicios que se prestan. En este sentido, el almacenamiento de los datos de los clientes, los registros de movimientos sean contable o de inventarios, o cualquier otra información del cliente, o de otro proveedor de materia prima, todo requiere de un sistema más complejo que comprende hardware y software.

De esta manera, al requerir un sistema como se mencionó anteriormente, también se demanda de un sistema de seguridad que permita el resguardo de toda esa información y evitar posible robo o extracción de la información crítica de la empresa, por parte de personas externas. Así al hablar de un sistema más complejo ya no se trata de un computador sino de un servidor, el cual ofrece una serie de características que cumple con las necesidades de la organización. Y, en este punto ya se infiere de una arquitectura mayor, si tomamos en cuenta que se desea tener de forma inmediata, transparente y digitalizada.

De igual forma, tenemos que prestar mucha atención al software que se instale en estos servidores, el cual ha afectado aún más el presupuesto de las

pequeñas empresas, la mayoría de estas han recurrido a software privativos o con licenciamiento, y es el objetivo de este trabajo investigativo dar a conocer una herramienta tecnológica que da respuesta y solución a esas pequeñas empresas a la hora de elegir una plataforma tecnológica. Esta herramienta está realizada en software libre, es muy versátil, dinámica y respaldada por una comunidad, y se conoce como PROXMOX. La misma ofrece una serie de bondades al ser instalada en cualquier servidor, además de poder contener sistemas privativos o con licenciamiento.

Contextualización

La plataforma PROXMOX está diseñada en código open source o código abierto. Según la Free Software Foundation (1996) es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. A grandes rasgos, significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software. Es decir, el «software libre» es una cuestión de libertad, no de precio. Éste se encuentra alojado y se ejecuta en el sistema operativo, en este caso sobre Linux, en un proyecto de Debían considerado como estable y muy confiable. El mismo, es autónomo y se puede ejecutar otras funciones además de virtualización.

Por otro lado, siempre está en una constante actualización y desarrollo. Su licencia es GNU Affero General Public License, es decir, Licencia Pública General de GNU, donde GNU es un acrónimo

recursivo de “GNU No es Unix”. Fue diseñado de esta manera (Libre) para asegurar la cooperación con la comunidad de software libre. El usuario o el programador tiene la plena libertad de modificar el código fuente de este software y realizar mejoras del mismo.

Proxmox tiene ya casi dos (2) décadas como solución tecnológica, ha ido creciendo de forma acelerada en los últimos años, generando nuevas versiones y consigo nuevos avances en dinamismo y soluciones a los clientes. Este recurso nace aproximadamente en el año 2005 a través de Proxmox Mail Gateway, y dando su mayor avance en el año 2012 con Proxmox VE 2.0.

En este sentido, Proxmox VE 2.0 integraba la alta disponibilidad sobre redhatcluster, y Corosync, junto a un conjunto de soporte de servicios a sus clientes. Para el año 2015 ya contaba con almacenamiento ZFS, Proxmox VE Firewall, consola HTML5 y Ceph server. Cabe destacar que es un software completo y muy eficiente, el cual es muy estable. Su evolución tecnológica ha ido en ascenso y con paso firme durante estos años, sin duda alguna cuenta con una gama de sistemas que pueden explotar aún más esta tecnología, ofreciendo a sus clientes potenciales un mundo de opciones para su empresa.

Instalación de PROXMOX

La instalación de la plataforma PROXMOX es sumamente sencilla, no tiene mucha complicación. Una vez obtenido la imagen de esta herramienta

mediante algún dispositivo, se coloca en la unidad de CD o USB del servidor físico y se reinicia el mismo. Éste cargará el sistema desde la unidad donde se encuentra la imagen de PROXMOX, seguidamente se selecciona proxmox ve, y aquí se inicia la instalación. Cabe destacar, que primeramente muestra la licencia que se debe aceptar, luego refleja la opción de targuet hard disk, esta opción indica todos los discos que tiene el servidor físico.

De igual manera, se observa más opciones que al seleccionar se encuentra una serie de formatos, la mayoría de estos son ZFS (sistemas de archivos y volúmenes, Zetta byte File System). Al elegir ZFS(RAID1), se mostrarán todos los discos, por motivos del raid, se debe escoger los dos primeros, los demás deberán cambiarse a NO USAR. Posteriormente se debe aceptar, hasta esta etapa es la instalación del sistema operativo de PROXMOX. Al mismo tiempo, se presentan otras opciones que no dejan de ser importante, como contraseña, IP, correo, entre otros.

Principales Opciones de PROXMOX

Por otro lado, esta herramienta ofrece una vez instalada una parte grafica o interfaz, la cual es el eje central de este software, donde el manejo es mucho más dinámico. Donde se crean máquinas virtuales (KVM) y contenedores (LXC). Además cuenta con una data center donde se resguardan todas las virtuales o los contenedores, esta cuenta con una serie

de opciones de las cuales podemos mencionar y detallar los aspectos más importantes de la herramienta, entre los cuales se encuentran: el sumario, donde se observa un resumen en general de todo lo que posee PROXMOX, es decir, cantidad total de servidores y todos los recursos que están disponibles en uso, así como la cantidad de servidores activos y desactivados y sus detalles.

Todo esto en una sola pantalla de forma dinámica y de fácil lectura y comprensión. Otro elemento es el almacenamiento Storage, aquí se observa la cantidad de espacio de almacenamiento de servidor o de la data center, esta opción es muy importante ya que aquí se puede añadir diferentes tipos de almacenamiento siendo uno de los más resaltante el ZFS. Luego se observa la alternativa de respaldo o Backup, como su nombre lo indica para hacer respaldo a los servidores virtuales o contenedores y adicionalmente en ese mismo cuadro la elección de restauración, los cuales son elementos primordiales dentro de esta herramienta.

De tal manera que, las opciones descritas anteriormente identifican los elementos necesarios o primordiales de una herramienta que sería útil para la administración de servidores y la manipulación de información. Ahora bien, esto es a nivel de la administración, pero ¿que se observa a nivel de seguridad de la información o de la data?

Esta herramienta cuenta con opciones que permiten hacer aún más segura la forma de

virtualizar, como es la permisología o acceso al servidor, aquí se puede realizar cualquier tipo de configuración de usuario, desde el más básico o de más bajo nivel, hasta el más alto que es el administrador, adicionalmente es factible crear grupos de usuario con una configuración específica.

Por lo tanto, cada grupo tendrá sus permisos ajustados a sus necesidades, así como permisos especiales e individuales. Para reforzar esta opción de seguridad, tenemos el firewall, el cual funciona como otro elemento de seguridad adicional que ofrece el área de seguridad de información, donde se podrá colocar aún más restricciones a través de reglas y permisos, brindando más respaldo. Por otro lado, tenemos la opción de HA o de alta disponibilidad, esta viene a brindar un refuerzo a los servidores, el cual se podrá configurar de alta disponibilidad con otros servidores sea virtual o con otro proxmox que este en cluster con este. Estos elementos son la muestra de lo versátil, funcional y dinámica que es esta herramienta.

Del mismo modo, PROXMOX cuenta con una pestaña donde se encuentra la consola o Shell, esta opción permite utilizar líneas de comando a nivel del PROXMOX, en esta se puede tener acceso según el perfil del usuario, a todos los componentes y librería del sistema operativo de la misma, aparte de poder gestionar todo el entorno virtual como si estuviese en su parte gráfica. Conjuntamente, se puede actualizar

tanto el sistema base del proxmox como la versión más reciente.

De igual forma, ofrece un sistema de auto completar los comandos con solo pulsar tabulación. Esta consola es para la administración a través de línea de comando, también por medio de ésta se puede actualizar todo el sistema operativo, incluso bajar repositorios y tenerlos almacenados sin aplicarlos en el servidor hasta que sean necesario.

Igualmente, a través de esta consola o Shell se puede realizar la actualización de la versión de PROXMOX, el cual en cada nueva versión presenta grandes avances y lo que es mejor aún es soportado por las diferentes versiones de Linux en el mercado. De igual forma, en la parte gráfica o en la interfaz gráfica existe una opción que una vez instalada la herramienta le permite al administrador realizar las actualizaciones necesarias para ese momento.

Adicionalmente, esta herramienta cuenta con un protocolo de conexión remota denominado SSH (Secure Shell). Es un protocolo de conexión segura de forma remota a un servidor, en este caso al servidor donde está instalado PROXMOX, pero no mostraría la parte gráfica, sino la versión de línea de comando. Este protocolo tiene su punto de configuración dentro del sistema operativo de PROXMOX, en donde se configuran el puerto de enlace, es decir, el puerto por donde se realizaría la conexión, también si se le permite la conexión de login. Todas estas opciones vienen desactivadas y por ser un sistema realizado en

lenguaje Linux, por lo que para desactivar o inhabilitar una instrucción solo basta con colocar un “#” al comienzo de la línea.

De esta manera, se puede observar las diferentes bondades y lo dinámico de esta herramienta, la facilidad de adaptación a su entorno y el entendimiento de esta. A medida que se va manipulando la herramienta se hace más sencillo su manejo o administración.

Nodo principal de PROXMOX

La manera de cómo controlar los discos se realiza a través los enlaces “source.list”. y posterior a esto se ejecuta otros comandos como: “apt-getupdate”, que actualiza los repositorios y luego, “apt-getdist-upgrade”, que aplica las actualizaciones en PROXMOX. Este último comando actualiza y elimina los paquetes viejos que han sido actualizados.

Posteriormente, a esta actualización existe una serie de pasos o comandos que se realizan para poder visualizar los discos totales, como lo es la creación de pool. Algo muy importante, en la interfaz web o interfaz gráfica se puede observar los discos, pero no con detalles, solo que existen ciertos números de disco.

En cuanto al comando: zpoolcreate (nombre del pool) o ashift=12 raidz2 (nombre de cada disco); por ejemplo: zpool create rzpool1, o, ashift=12 raidz2 /dev/sdc /dev/sdd/ ... Donde el comando zpoolcreate se usa para la creación de pool y rzpool1 es el nombre que se le coloco al pool y ashift, como el nivel de

compresión para la data, finalmente el raidz2 es el tipo de formato que se le dará a los discos. Con ese comando se estarían colocando todos los discos en un solo pool. Posteriormente, para ver el estatus de ejecuta el comando: `zpool status`, para visualizar la creación del pool. Todo esto se ejecuta en la línea de comando de la Shell.

Ahora bien, para mejorar la eficiencia de los discos del servidor físico, se puede aplicar un nivel de compresión de hasta un 12% sin pérdida de información, con el comando: `“zfs set compression=lz4 (nombre del pool).` Es decir, tomando el ejemplo anterior sería: `zfs set compression=lz4 rzpool1.`

De tal modo que, si se observa en la interfaz web o gráfica y en el nodo principal la opción de discos, mostrará todo lo que se configuró con los discos, con respecto al nivel de los mismos.

Para la instalación de sistemas operativos se usa RAID1, lo que significa que se requieren mínimo dos discos, en caso de que falle uno, el otro disco toma el control y el servidor sigue funcionando de forma normal, hasta que el disco dañado sea cambiado.

Para el RAIDZ2, mínimo requiere cuatro discos, debido a que siempre guardará dos discos de forma pasiva, si se daña un disco uno de ellos se activa de forma automática y se resguarda la información en los discos, este RAIDZ2 funciona hasta con diez discos.

Por otro lado, hay que asignar ese pool que se creó para que funcione con una unidad de almacenamiento y se hace a través de la interfaz web o gráfica. En el nodo de data center al seleccionarla, se busca la opción de almacenamiento, y posteriormente la opción de agregar. En esta pestaña se despliegan una serie de opciones que ofrece PROXMOX, pero se elige ZFS, estos parámetros adicionales son importantes debido a que se solicitará el nombre o ID del pool.

Luego en la otra opción debe agregar el pool que creó en la línea de comando, posteriormente se indica el contenido del pool para finalmente tildar la opción de aprovisionamiento fino, este último es si se requiere espacio se suministre de forma proporcionada.

De esta forma, el pool creado permite almacenar máquinas o servidores virtuales y volúmenes de contenedores, para ver lo establecido se ingresa en la consola Shell que es donde se tiene la línea de comando y se ejecuta con: `df -h`. Al final mostrará el pool creado especificando tamaño real del mismo, porcentaje usado y tamaño disponible al momento.

Estos pasos realizados son muy importantes al momento de configurar o instalar PROXMOX, existen otras configuraciones adicionales que no se nombran en este ensayo investigativo. Pero sin duda estos aspectos contribuyen a mostrar parte de las bondades de esta herramienta, de igual forma se

pueden crear pool para respaldos de las máquinas virtuales, puntos de monturas (NFS), proxmox backup server entre otros aspectos. Todo esto como pool o subpool en el mismo PROXMOX.

Servidores Virtuales (KVM).

Antes que nada, los servidores virtuales son particiones dentro de un servidor físico. Según Van Heerden (2011) indica que, virtualización proviene de la partición física que divide un solo servidor físico en múltiples servidores lógicos. Es decir, un servidor físico puede ser dividido en varios servidores lógicos y compartir los recursos del servidor y ejecutar sistemas operativos diferentes en el mismo servidor físico. En PROXMOX se puede crear y gestionar máquinas o servidores virtuales, esto gracias a que pueden utilizar los recursos del servidor físico como el almacenamiento, la red, las memorias entre otras bondades.

Ahora bien, PROXMOX se ha caracterizado por la creación de máquinas virtuales (KVM) y el fácil manejo de éstas, las cuales son creadas a nivel de su sistema operativo, como nodos dentro de lo que se llama data center de la herramienta. Por lo tanto, es ahí donde una vez creada se podrá realizar las configuraciones necesarias para el funcionamiento del servidor virtual.

Ésta desde mi perspectiva vendría a ser la característica principal de PROXMOX, así, que gracias a un emulador de procesadores basada en la traducción dinámica de binarios (QEMU), tiene la

capacidad de virtualizar dentro del sistema operativo, sin importar el mismo, bien sea Linux o Windows. Es decir, que la combinación de QEMU y KVM (Kernel-based Virtual Machine) es lo que hace posible la virtualización dentro de PROXMOX.

En este sentido, los aspectos más relevantes al momento de crear un servidor virtual, en esta oportunidad como ejemplo estando en el nodo principal, se selecciona para establecer VM que sería la opción para crear máquinas virtuales (Virtual Machine), luego se indica una serie de datos como lo son el nombre que llevará la máquina virtual, el ID y sistemas operativos que se instalarán y donde está la imagen de este. A continuación, en que disco se realizará la instalación, cantidad de memoria con que contará el servidor virtual y tipo de tarjeta de red. Finalmente, se debe aceptar todo el resumen para la creación que en caso de Windows una vez finalizado, corresponde la instalación normal.

Por otro lado, si se trata de una máquina virtual, la selección de parámetros es igual a la descrita anteriormente con Windows, con la diferencia que una vez iniciada o arrancada la máquina virtual se debe crear las particiones sea de forma manual o por defecto, este punto es importante, el tema de las particiones, ya que dependerá de los requerimientos del usuario o de las necesidades de la aplicación.

Una vez definidas estos aspectos se proceden a la instalación de forma normal, donde solicitará, nombre del servidor, dirección IP, dominio, DNS,

máscara de red, usuario y clave entre otros datos. Cuando este proceso de instalación finalice se debe proceder a la actualización del sistema operativo junto a todos sus repositorios.

Finalmente, realizada toda la actualización se ejecutarán las instalaciones de los paquetes y aplicaciones para el cual fue creado el servidor virtual, sin dejar de configurar los accesos vía remota (SSH) del servidor para una mejor administración. Al igual que el sistema PROXMOX, esta máquina virtual cuenta con una serie de características y opciones, que pueden modificar a medida que se navega por el entorno de la interfaz web, entre los cuales se observan memoria, disco, interfaz de red, una consola de línea de comando, permisología, firewall entre otros aspectos que no dejan de ser importantes. Todos estos parámetros pueden ser modificados durante el uso del servidor virtual.

Para concluir, con la parte de servidores virtuales, al momento de crear las particiones de forma manual, estas deben ser establecidas de tipo Logical Volumen Manager (LVM), el mismo es un gestor de volúmenes lógicos para el núcleo de Linux, el beneficio de este tipo de gestor es que los volúmenes pueden ser ampliados o reducidos, es decir, si se creó una partición con 5 Gb de capacidad y al transcurrir del tiempo necesitas aumentar ese espacio, gracias a la creación de la partición tipo LVM puedes aumentar su espacio sin ningún

problema en razón de espacio disponible en el disco del servidor físico.

Contenedores (LXC)

De igual forma, se tiene la creación de contenedores (LXC) el cual es un entorno de virtualización que permite ejecutar diferentes tipos de sistemas operativos de Linux de forma aislada en un único host de control. Esto permite tener máquinas virtuales más ligeras, ya que no estarían emulando un sistema completo, sino que tomarían el del host donde residen. Así también, el contenedor de Linux consta de herramientas, plantillas, bibliotecas, enlaces y lenguajes que alimentan y hacen más dinámica el manejo de contenedores. Esta creación de contenedores está integrada a PROXMOX, es decir, puede usar todos los recursos sea de red, almacenamiento o memoria, que esté relacionado y contenido en esta herramienta.

Igual que, la creación de servidores virtuales los parámetros iniciales para la creación de contenedores virtuales (CT) son iguales, es decir, nombre del contenedor, Id del mismo, contraseña para el administrador, solicitando un sistema operativo, asignación del disco duro (tamaño), memoria, direccionamiento de IP, DNS, entre otros aspectos. Aquí es muy importante destacar que al momento de configurar el direccionamiento IP del contenedor, tiene que ser el definitivo, ya que posteriormente a su creación es algo más complicado el cambiarlo a otro parámetro.

Por último, los contenedores virtuales tomarán en uso los recursos físicos del host donde reciben, es decir, del servidor físico por lo tanto su rendimiento, es mejor que un servidor virtual. De igual forma, tiene una consola Shell para conexión y administración, también cuenta con el protocolo remoto SSH y demás ventajas de una máquina virtual.

Discusión

A lo largo de estos últimos años el proceso de virtualización de servidores ha ido evolucionando de una forma muy rápida, esto con la finalidad de poder optimizar el uso de los recursos físicos del servidor. La virtualización permite ubicar en un solo equipo físico todo un conglomerado de servidores que puedan funcionar de forma independiente del otro. De esta manera, dar un mejor uso compartiendo de forma dinámica con otros servicios, sin tener que perjudicar otro. Se puede determinar que cada recurso asignado de forma virtual a cada servidor, queda además de forma exclusiva, dando la facilidad de poder incrementar o disminuir estos recursos.

Adicionalmente, la virtualización permite gestionar varios servidores en diferentes sistemas operativos, los cuales pueden funcionar de forma satisfactoria, es decir, se puede tener un servidor virtual en Debian, uno en Windows server 2019 y otro en RedHat por mencionar otro, todos conviviendo en el mismo servidor físico.

PROXMOX es sin duda una herramienta versátil, dinámica y ofrece una serie de componentes

como es el almacenamiento, y las conexiones de red toda integrada en un mismo servidor físico y que son compartidos por las diferentes máquinas virtuales o contenedores virtuales. PROXMOX es una plataforma estable, confiable y que ha evolucionado durante estos años.

De igual forma, esta herramienta ofrece una gama muy amplia de componentes y un gran entorno mayor dándole rigidez, fuerza, manejo versátil, ahorro económico para competir dentro de las grandes empresas. Esto debido a que PROXMOX es una plataforma muy económica por ser totalmente libre y soportada por una comunidad que está atenta a cada cambio e innovación del proyecto. En el tema de seguridad, además ofrece aspectos muy singulares como el tema de los usuarios, la permisología y para fortalecer los firewalls que vienen ya incluidos para la configuración según sean la necesidad. De esta forma, PROXMOX ofrece una mayor seguridad en la herramienta y una protección completa a la data que puedan estos servidores o contenedores virtuales almacenar.

Conclusiones

Como se ha expuesto durante todo este ensayo, PROXMOX es una herramienta muy versátil y dinámica, que permite diferentes sistemas operativos, dándole una categorización de ser una plataforma estable y robusta. Tiene una serie de elementos de seguridad que brindan confianza en la plataforma y que otras soluciones no poseen, además, de ostentar

elementos de resguardo de la información y su restauración de forma sencilla, en donde la mayoría de otras herramientas cuentan con software privativos o con licenciamiento. Aunado a esto, el poder compartir los recursos físicos con todos los elementos virtuales sea servidores virtuales o contenedores virtuales contribuye a la economía de la empresa, tomando en cuenta que esta herramienta es totalmente libre.

Finalmente, PROXMOX es una plataforma tecnológica que se debe tomar en cuenta a la hora de elegir como administrar la información, definiéndola como una herramienta multiplataforma. Es una buena opción a la hora de plantear nuevas estrategias gerenciales, es de fácil aprendizaje, no es una herramienta complicada, es sencilla su administración. Para fortalecer esta investigación se realizaron pruebas en servidores físicos HP DL360 G7, donde se obtuvo buenos resultados en la administración, su configuración inicial al momento de instalar fue sencilla, la actualización de Debían fue rápida, la actualización de PROXMOX y sus librerías fue fácil.

Asimismo, la configuración de toda la red, vlans y demás aspectos de redes sin duda alguna es muy dinámica, la creación de servidores virtuales es totalmente guiada por la misma herramienta, todos los términos son conocidos en el entorno tecnológico. La adecuación de los sistemas operativos tanto Debían 10 y 11, como Windows Server fue fácil su

instalación. La asignación de recursos, la instalación de aplicaciones y el tiempo de respuesta en cada servidor se realizó de forma dinámica, satisfactoria y sin ningún problema.

Para culminar, es recomendable tomar en cuenta esta multiplataforma a la hora de realizar una planificación estratégica, con una buena gestión y capacitación al talento humano, brindándole todas las herramientas necesarias se podrán contribuir al cumplimiento de los objetivos del área correspondiente, con la administración de todos los servicios. La disminución de los costos en la parte tecnológica es una gran ventaja en costo - beneficio, de manera de destinar esos recursos a otras necesidades dentro de la empresa u organización. En correspondencia, se cuenta con el apoyo de una gran comunidad de personas que brinda soporte en todo lo relacionado al tema de open source.

Referencias

- De Mayas, D. (2018). Proxmox 5.1. Documento en línea. Disponible: <https://www.hardsoftsecurity.es/>
- Fernandes, R. (2018). Virtualización de servidores. *Revista científica multidisciplinaria base de conocimiento*.
- MuyLinux. (2022). MuyLinux.xyz. Documento en línea. Disponible: <https://muylinux.xyz/instalar-proxmox-ve-a-step-by-step-guide/>
- Ocho, D. (2015). Ochobitshacenunbyte. Documento en línea. Disponible: <https://www.ochobitshacenunbyte.com/2015/09/16/politicas-backup-proxmox/>
- Perea, J. (2014-2015). Cluster Proxmox en HA. Documento en línea. Disponible:

https://dit.gonzalonazareno.org/gestiona/proyectos/2014-15/Proxmox_HA.pdf

PhoenixNap. (2022). PhoenixNap Global it Services. Documento en línea. Disponible: <https://phoenixnap.com/kb/proxmox-vs-esxi>

Proxmox. (2022). Proxmox Server Solutions GmbH. Documento en línea. Disponible: <https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve>

Proxmox. (2022). Proxmox VE Administration Guide.

Proxmox. (2022). Proxmox VE Documentation Index. Documento en línea. Disponible: <https://pve.proxmox.com/pve-docs/>

ServerWatch. (2022). ServerWatch. Documento en línea. Disponible: <https://www.serverwatch.com/servers/proxmox-vs-vmware/>

Últimobyte. (2021). Último byte Your Security is our job. Documento en línea. Disponible: <https://www.ultimobyte.es/productos/proxmox-virtualizacion-de-codigo-abierto>

Zimmermann, A. (2000). Gestion del cambio organizacional. Quito: Abya-Yala.