

# ADMINISTRACIÓN DE SERVIDORES CON SOFTWARE LIBRE COMO ESTRATEGIA DE SOBERANÍA TECNOLÓGICA DESDE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

## *ADMINISTRATION OF SERVERS WITH FREE SOFTWARE AS A STRATEGY OF TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY FROM PUBLIC POLICIES*

Freddy Enrique Triana Litardo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniero en Sistemas; Magister en Conectividad y Redes de Ordenadores. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3475-9774>. Correo: [ftriana@uteq.edu.ec](mailto:ftriana@uteq.edu.ec)

Jorge Wilson Saa Saltos<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ingeniero en Sistemas; Magister en Educación Informática. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8368-4131>. Correo: [jsaa@uteq.edu.ec](mailto:jsaa@uteq.edu.ec)

Jefferson Xavier Bravo Salvatierra<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo Ingeniero en Sistemas – Magister en Informática Empresarial. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9566-3429>. Correo: [jbravo@uteq.edu.ec](mailto:jbravo@uteq.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [ftriana@uteq.edu.ec](mailto:ftriana@uteq.edu.ec)

### Resumen

La administración de servidores es una labor que con el tiempo se hace cada vez más compleja, a medida que las organizaciones crecen también crecen sus componentes hardware y software. En este sentido, las herramientas de software libre para la administración y monitoreo de servidores, contribuyen a alcanzar las metas de soberanía tecnológicas definidas en el Ecuador. El conocimiento y la experiencia de los administradores se condensan en historias de operaciones y han sido reflejados en reportes técnicos y publicaciones científicas. Basado en estos elementos, en este documento tiene como propósito realizar una revisión de la literatura científica sobre la administración de servidores con software libre como estrategia de soberanía tecnológica. La revisión permitió identificar los software de administración de servidores y herramientas de monitoreo utilizados por los administradores; los sistemas de virtualización de servidores con software libre; las Herramientas para administrar los sistemas de virtualización; así como las políticas públicas que se han adoptado para contribuir soberanía tecnológica.

**Palabras clave:** software libre; soberanía tecnológica; políticas públicas; Administración de servidores.

### Abstract

*Server administration is a task that becomes increasingly complex over time, as organizations grow their hardware and software components also grow. In this sense, free software tools for server administration and monitoring contribute to achieving the goals of technological sovereignty defined in Ecuador. The knowledge and experience of managers are condensed in operating histories and have been reflected in technical reports and scientific publications. Based on these elements, the purpose of this document is to carry out a review of the scientific literature on the administration of servers with free software as a strategy of technological sovereignty. The review allowed to identify server management software and monitoring tools used by administrators; server virtualization systems with free software; Tools for managing virtualization systems; as well as the public policies that have been adopted to contribute technological sovereignty.*

**Keywords:** *free software; technological sovereignty; public politics; Server Management.*

**Fecha de recibido:** 19/07/2022

**Fecha de aceptado:** 05/10/2022

**Fecha de publicado:** 07/10/2022

### Introducción

En la actualidad, naciones enteras y sus industrias dependen totalmente de la infraestructura, el software y el hardware críticos proporcionados por un pequeño grupo de empresas instauradas en unos pocos países. Casi todas las actividades institucionales están mediadas por la interacción con Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), y servicios ofrecidos por un conglomerado cada vez más concentrado (Rodríguez et al., 2021). Específicamente, la adquisición, implementación y despliegue del software y el hardware, es cada vez más alarmante, y es una de las preguntas más urgentes a abordar cuando se habla de seguridad e integridad de la infraestructura de información y comunicaciones de los países en desarrollo.

La administración de servidores es una labor que con el tiempo se hace cada vez más compleja, a medida que las organizaciones crecen también crecen sus componentes hardware y software. Es necesaria una visión a nivel organizacional para realizar una administración consolidada mediante la implementación de herramientas especializadas que tengan en cuenta la seguridad e integridad de la información, los mecanismos de control adecuados y la administración eficiente de recursos informáticos (Becerra et al., 2012). En esta investigación los autores decidieron centrarse en el software libre y de código abierto (FOSS, por sus siglas en inglés), ya que estas soluciones promueven la implementación de servicios de autonomía para los países en desarrollo, el gobierno y la industria, debido a su facilidad de distribución y a su conformidad con los estándares de interoperabilidad.

Al combinar la gestión administrativa con tecnologías orientadas a la alta disponibilidad y seguridad, es posible generar un ambiente confiable para satisfacer los requerimientos institucionales. En este sentido, las herramientas de software libre para la administración y monitoreo de servidores, contribuyen a alcanzar las metas de soberanía tecnológica definidas en el Ecuador.

En Ecuador se han realizado varias actividades en pro de desarrollar y estandarizar la soberanía tecnológica, con el objetivo de obtener procesos tecnológicos más transparentes, eficientes, seguros, confiables y eficaces. Uno de las acciones pioneras en el cumplimiento de este objetivo fue el Decreto Presidencial No. 1014 de 2008 donde se hace obligatorio el uso de software libre en la Administración Pública Central; contabilizando al 2010, 300 mil usuarios de GNU/Linux, el 90% de implementación de portales institucionales y el 70% de los sistemas de correo electrónico fueron soportados con software libre. Así mismo, el 26 de mayo de 2014, se lanzó el Plan Nacional de Gobierno Electrónico como un instrumento de política pública. Esto origina un nuevo desarrollo de aplicaciones basadas en software libre y por consiguiente, la necesidad de administrar los servidores con software libre. El Software Libre avanza en Ecuador y en todo el mundo. Los estudios refieren que este avance no es uniforme en los países en desarrollo.

A medida que aumentan los servicios en la red, aumenta la importancia de la administración de los servidores. La sofisticación y abundante experiencia son necesarias para la administración de servidores, y la transferencia de conocimientos a los administradores de servidores es importante. El conocimiento y la experiencia de los administradores se condensan en historias de operaciones y han sido reflejados en reportes técnicos y publicaciones científicas. Basado en estos elementos, en este documento tiene como propósito realizar una revisión de la literatura científica sobre la administración de servidores con software libre como estrategia de soberanía tecnológica.

## Materiales y métodos

En la presente investigación se utiliza la Revisión Sistemática de Literatura (SLR), que es uno de los métodos de investigación más utilizados en la Ingeniería de Software Basada en la Evidencia (EBSE). SLR tiene como objetivo proporcionar un proceso bien definido para identificar, evaluar e interpretar toda la evidencia disponible relevante para una pregunta o tema de investigación en particular. Este método de investigación consta de tres fases principales: definir un protocolo de revisión, realizar una revisión, e informar una revisión. Siguiendo estas pautas, el protocolo de revisión del presente estudio consistió en:

**A. Preguntas de investigación:** Este estudio tuvo como objetivo resumir la investigación actual sobre la administración de servidores con software libre como estrategia de soberanía tecnológica desde las políticas públicas. Se formuló un conjunto de preguntas de investigación (RQ) para ser respondidas a través de este informe. Las preguntas de investigación definidas fueron las siguientes:

**RQ 1.** ¿Cuáles son los software de administración de servidores y herramientas de monitoreo utilizados actualmente?

**RQ 2.** ¿Cuáles son los desafíos y oportunidades de administrar servidores con herramientas de software libre?

**RQ 3.** ¿Cuáles son las ventajas y desafíos de la virtualización de los servidores?

**RQ 4.** ¿Cuáles son las herramientas utilizadas para aumentar la seguridad en los servidores?

**RQ 5.** ¿Cuáles son las políticas públicas que se han adoptado para contribuir soberanía tecnológica?

**B. Estrategia de búsqueda:** Para recuperar tantos estudios relevantes como sea posible, se definió una estrategia de búsqueda. La estrategia de búsqueda utilizada para esta revisión está diseñada para constar de los siguientes elementos:

- **Método de búsqueda:** Se utilizó el método de búsqueda automática para recuperar estudios en cinco bibliotecas digitales: *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library*, *SpringerLink*, *ScienceDirect* y *Scopus*.
- **Términos de búsqueda:**

“Free AND Open Source Software”	“FOSS”	“Origins of FOSS”
“Free software foundation”	“Open Source Initiative”	“Server software”
“Technological Sovereignty Proposals”		
“Software alternatives”	“Web services”	“Technological sovereignty”
“Digital sovereignty”	“Surveillance”	“Free software”
“Remote server management”	“Data control”	“Server Management Tools”

**C. Criterios de inclusión y exclusión:** Los criterios identificados para la selección o exclusión de los estudios fueron los siguientes:

**Criterios de inclusión:**

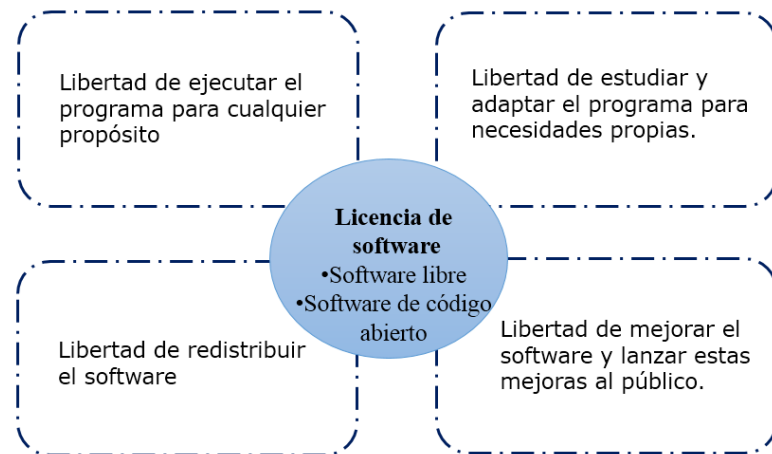
- Artículos revisados por pares.
- Trabajos con el texto completo disponibles.
- Publicados en el periodo 2018-2022.
- Escritos en idioma Inglés o Español.

**Criterios de exclusión:**

- Documentos de posición.
- Resúmenes de tutoriales.

## Resultados y discusión

El software denominado Software libre, o Software libre y de código abierto (FOSS) está cubierto por un tipo específico de licencia de software (Paradis, 2020). Si los derechos del usuario incluyen el derecho de uso independiente, de modificación y de distribución gratuita, solo entonces, el software puede llamarse software libre y de código abierto (Pearce, 2020). Esta licencia debe otorgar al usuario del software al menos las siguientes cuatro libertades, tal como muestra la Figura 1:



**Figura 1.** Libertades otorgadas por la licencia de software libre y de código abierto.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las licencias utilizadas por las herramientas libres y de código abierto aseguran un bajo costo de adquisición, generalmente sin costo, para el software en sí, y aseguran que el software sea personalizable y adaptable al contexto de administración de servidores. Por lo tanto, el software libre y de código abierto a menudo implementa un amplio conjunto de estándares que permite la implementación y/o adición de componentes que cumplen con los estándares establecidos. El uso de licencias de código abierto permite que un adoptante implemente componentes en otras ubicaciones sin costo adicional, de manera que puedan escalar horizontalmente un sistema (Dawood et al., 2021). La Iniciativa de Código Abierto (OSI, por sus siglas en inglés), define el software de código abierto como el software que proporciona los siguientes derechos y obligaciones (Akatsu et al., 2018):

- No se imponen regalías u otros cargos sobre la redistribución.
- Disponibilidad del código fuente.
- Derecho a crear modificaciones y obras derivadas.
- Puede requerir que las versiones modificadas se distribuyan como la versión original más parches.
- No discriminación de personas o grupos.
- No discriminación de campos de actuación.
- Todos los derechos otorgados deben fluir con versiones redistribuidas.
- La licencia se aplica al programa en su conjunto y a cada uno de sus componentes.

### Administración de servidores con software libres

Para conectarse y mantenerse en una red informática, el usuario está conectado a uno o más servidores que contienen información y software. Para el usuario, este software es casi invisible y las aplicaciones del lado del usuario se utilizan para navegar por la red sin conocer los detalles de la red. Sin embargo, los servidores se recomiendan cuando más computadoras necesitan acceder a los mismos datos, y este es el caso en muchas instituciones del Ecuador. En el lado del servidor, que en su mayoría es operado por el administrador de red

o el operador de red, se utilizan muchas aplicaciones y hardware diferentes para habilitar las principales funciones o servicios de red:

- Servicios de correo electrónico: por lo general, las pequeñas empresas utilizan servicios públicos de correo electrónico como Yahoo! o Hotmail. Cuando la organización se vuelve más profesional, es necesario configurar un servidor de correo propio para enviar y recibir correo.
- Servicios web: Muchas organizaciones reconocen la importancia de su presencia en la WWW, con un sitio web con información corporativa se vuelve más importante. Para ello, es necesario configurar un servidor web.
- Servicios de intercambio de archivos: cuando se trabaja en una red con información y datos en un servidor central, se necesitan servicios de intercambio de archivos.
- Servicios de base de datos: obtener información y almacenar información en la institución se hace mejor con bases de datos.

Para la selección de las herramientas de administración de servidores con herramientas de software libre, se propone tener en cuenta los siguientes criterios:

- Evaluar la idoneidad de los proyectos.
- Evaluar las herramientas de software libre a utilizar, en función de:
  - Funcionalidad.
  - Costos de distribución.
  - Esfuerzo de instalación.
  - Facilidad de mantenimiento.
  - Oportunidades de capacitación.
  - Soporte.
  - Plataformas compatibles.
  - Confiabilidad del software.
  - Opciones de personalización.

Otros criterios a tener en cuenta son los siguientes:

- Interoperabilidad de múltiples proveedores: No se recomienda vincularse a un sistema de monitoreo que depende de un solo fabricante. Entonces, incluso si ya tiene todos sus equipos de una marca, cree flexibilidad para el futuro para tener opciones.
- Información que se adapta a sus requisitos: Se recomienda adaptar la herramienta de administración del servidor a los requisitos actuales de monitoreo del servidor. Aunque existen algunos paquetes de administración de servidores muy completos, no debe tener la tentación de comprar utilidades que nunca usará.
- Escalabilidad: Si se administra una institución pequeña, se recomienda buscar una versión reducida de un paquete de administrador de sistema grande. Esto le permitirá actualizar la herramienta de monitoreo del servidor a medida que su empresa se expande.
- Automatización de procesos: Se requiere un sistema de monitoreo del servidor que se encargue de las tareas rutinarias de administración del servidor automáticamente. En este caso, la intervención humana de estas tareas se reduce a revisar los registros. Tal trabajo crea una gran oportunidad de capacitación y libera su tiempo para tareas más importantes.
- Definición de roles: La capacidad de crear roles para otorgar acceso parcial al panel de control del sistema de monitoreo de servidores puede ser muy útil, aunque exista un único administrador. La

creación de roles significa que puede otorgar acceso a los informes al personal de administración y permitirles responder sus propias preguntas.

- **Funciones e informes personalizables:** La capacidad de personalizar el tablero para colocar las métricas más importantes en una posición destacada es una necesidad que ahorra tiempo para el administrador de servidor responsable de tomar decisiones.
- **Gastos generales:** Los proveedores de herramientas de administración de servidores suelen ser muy abiertos sobre el tamaño de la empresa para el que es adecuado su software. Algunos proveedores intentan atender a todos, pero, en última instancia, su software fue escrito para funcionar mejor para un tamaño específico de la empresa. No es lógico que su sistema de monitoreo reduzca la velocidad del servidor o genere demasiado tráfico de red. La única manera de saber realmente si un paquete es adecuado para su negocio es probarlo. Afortunadamente, muchos proveedores ofrecen períodos de prueba.

Las funciones de administración del servidor de los deberes de un administrador del sistema caen dentro del ámbito del personal superior. Muchas verificaciones de monitoreo y mantenimiento del servidor se pueden asignar al personal subalterno o se pueden automatizar por completo.

Por lo tanto, según el tamaño de su empresa y el tamaño de su equipo de administración de sistemas, la capacidad de definir roles de usuario y limitar el acceso a los datos del sistema variará en importancia. Si es una pequeña empresa con muy pocos servidores y solo una persona a cargo de administrarlos, es posible que solo necesite una función de usuario y una cuenta de usuario para su herramienta de monitoreo del servidor. Si tiene un equipo grande y necesita asignar tareas especializadas a cada empleado, las funciones de gestión de acceso se convierten en una prioridad. La administración completa de sus servidores requiere una variedad de herramientas de administración de servidores. Si necesita participar en la administración remota del servidor, deberá ampliar aún más su lista de compras de herramientas de administración.

**RQ 1.** *¿Cuáles son los software de administración de servidores y herramientas de monitoreo utilizados actualmente?*

**Tabla 1.** Software de administración de servidores y herramientas de monitoreo.

Herramienta	Descripción	Referencia
DRBD (Distributed Replicated Block Device)	Herramienta bajo licencia GPL que permite la duplicación de un dispositivo a través de una red asignada para apoyo de clústeres de alta disponibilidad	(Gaur et al., 2020)
OpenAIS	Software con licencia Open Source, que provee una interfaz de clúster a nivel de mensajería basándose en el estándar de alta disponibilidad AIS ( <i>Application interface Specification</i> ). Posee un sistema de comunicación, sincronía virtual, reinicio de procesos, configuración y estadísticas en una base de datos y un sistema de agrupación de aplicaciones.	(Pierleoni et al., 2018; Tritsarolis et al., 2022)
Pacemaker	Software de administración de recursos de alta disponibilidad de código abierto utilizado en clústeres de computadoras.	(Parhandhito et al., 2021)

Key Manager Plus	Permite a los administradores de TI y PKI realizar descubrimientos periódicos de claves SSH, certificados SSL/TLS y claves PGP, crear un inventario central, solicitar, adquirir, implementar, rotar, renovar y rastrear.	(Glowinski et al., 2020)
ManageEngine OpManager	Permite trabajar en términos de respuesta automatizada ante situaciones anómalas. Tiene una interfaz cómoda y comprensible, pero está limitada por la escalabilidad en términos de datos y justifica plenamente su uso en pequeñas y medianas empresas. En un nivel superior, está significativamente por detrás de sus competidores en términos de rendimiento.	(Rahmadani, 2022)
Nagios XI	Supervisa la infraestructura de TI, detecta problemas antes de que ocurran, notifica cuándo surgen problemas, comparte datos de disponibilidad con las partes interesadas, detecta infracciones de seguridad, planifica y presupuesta actualizaciones tecnológicas.	(Petrucci et al., 2018)

**RQ 2.** *¿Cuáles son los desafíos y oportunidades de administrar servidores con herramientas de software libre?*

La literatura científica ha descrito un conjunto de desafíos en la adopción de herramientas de software libre, a saber:

- **Soporte disponible:** La comunidad ha reportado que el soporte ha carecido de un enfoque profesional. Aunque, en los últimos años esto ha mejorado, ahora que grandes empresas de software como IBM, y HP han comenzado a unirse al movimiento de software libre.
- **Selección del software adecuado:** Puede ser muy difícil seleccionar las aplicaciones adecuadas para la tarea de administración de servidores. Se necesita un enfoque más activo por parte de los usuarios.
- **Documentación:** la documentación que acompaña a la aplicación de software libre suele ser intrínseca y, a veces, inexistente. Los desarrolladores de software libre están más motivados hacia los aspectos técnicos de la aplicación que hacia la usabilidad.
- **Mejores prácticas limitadas:** hay muy pocos casos conocidos y documentados de migración a gran escala de software comercial a software libre.
- **Adaptación del hardware al software:** A menudo existen incompatibilidades respecto al nuevo hardware. Esto se debe al hecho de que los fabricantes de hardware no publican las especificaciones a tiempo para la comunidad de software libre.

Aunque existen desafíos en la adopción de herramientas de software libre, se ha demostrado que la administración de servidores con herramientas de software libre tiene varias ventajas:

- **Reducción de la duplicación de esfuerzos:** Al lanzar los programas antes y otorgar a los usuarios el derecho de modificar y redistribuir el código fuente, los desarrolladores de software libre reutilizan el trabajo producido por miembros de la comunidad.
- **Las economías de escala pueden ser enormes.** Existe el potencial para los esfuerzos combinados de múltiples desarrolladores. La reducción de la duplicación de esfuerzos permite que el desarrollo de

software libre se escale a niveles masivos e inauditos que involucran a miles de desarrolladores de todo el mundo.

- **Reutilización:** con la disponibilidad del código fuente existente para construir, los tiempos de desarrollo se reducen. Muchos proyectos de software libre se basan en software creado por otros proyectos para proporcionar la funcionalidad necesaria.
- **Mejor control de calidad:** Con suficientes desarrolladores calificados que usan la aplicación y examinan el código fuente, los errores se detectan y corrigen más rápido. Las aplicaciones propietarias pueden aceptar informes de errores, pero debido a que a sus usuarios se les niega el acceso al código fuente, los usuarios están limitados a informar los síntomas. Los desarrolladores de software libre a menudo descubren que los usuarios con acceso al código fuente no solo informan de los problemas, sino que también identifican la causa exacta y, en algunos casos, proporcionan las soluciones. Esto reduce en gran medida el tiempo de desarrollo y control de calidad.
- **Reducción de los costos de mantenimiento:** el mantenimiento de cualquier paquete de software a menudo puede igualar o superar el costo del desarrollo de software inicial. Cuando una sola organización tiene que mantener el software, esta puede ser una tarea extremadamente costosa. Sin embargo, con el modelo de desarrollo de software libre, los costos de mantenimiento se pueden compartir entre los miles de usuarios potenciales de una aplicación de software, lo que reduce los costos por organización.









### La virtualización de servidores

Las tendencias recientes de la industria, como la consolidación de servidores y la proliferación de multiprocesadores de memoria compartida económicos, han impulsado un resurgimiento del interés en las técnicas de virtualización de servidores. Las máquinas virtuales son particularmente atractivas para la virtualización de servidores. A cada máquina virtual (VM) se le da la ilusión de ser una máquina física dedicada que está completamente protegida y aislada de otras máquinas virtuales. Las máquinas virtuales también son abstracciones convenientes de las cargas de trabajo del servidor, ya que encapsulan limpiamente todo el estado de un sistema en ejecución, incluidas las aplicaciones a nivel de usuario y los servicios del sistema operativo en modo *kernel*.

En muchos entornos informáticos, los servidores individuales están infrautilizados, lo que les permite consolidarse como máquinas virtuales en un único servidor físico con poca o ninguna pérdida de rendimiento. De manera similar, muchos servidores pequeños se pueden consolidar en menos máquinas más grandes para simplificar la administración y reducir los costos. Idealmente, los administradores del sistema deberían poder sobreasignar de manera flexible la memoria, el procesador y otros recursos para aprovechar los beneficios de la multiplexación estadística, al mismo tiempo que brindan garantías de recursos a las máquinas virtuales de diversa importancia.








La Tabla 2 muestra una selección de los sistemas líderes para la virtualización de servidores con software libre.




**Tabla 2.** Sistemas de virtualización de servidores con software libre.

Sistemas	URL
 Bochs	<a href="https://bochs.sourceforge.io/">https://bochs.sourceforge.io/</a>
 QEMU	<a href="https://wiki.qemu.org/Main_Page">https://wiki.qemu.org/Main_Page</a>
 VirtualBox(Free)	<a href="https://www.virtualbox.org/">https://www.virtualbox.org/</a>
 KVM	<a href="https://www.redhat.com/en">https://www.redhat.com/en</a>
User-mode Linux	<a href="https://user-mode-linux.sourceforge.net/">https://user-mode-linux.sourceforge.net/</a>
 Xen	<a href="https://xenproject.org/">https://xenproject.org/</a>
 Linux-VServer	<a href="http://www.linux-vserver.org/Welcome_to_Linux-VServer.org">http://www.linux-vserver.org/Welcome_to_Linux-VServer.org</a>
 OpenVZ	<a href="https://openvz.org/">https://openvz.org/</a>
 LXC	<a href="https://linuxcontainers.org/">https://linuxcontainers.org/</a>

La Tabla 3 muestra las herramientas relacionadas con los sistemas de virtualización listados en la tabla 2.

**Tabla 3.** Herramientas para administrar los sistemas de virtualización.

Herramientas	URL	Sistemas
 aqemu	<a href="http://aqemu.sourceforge.net/">http://aqemu.sourceforge.net/</a>	QEMU y KVM
 Virtual Machine Manager	<a href="http://virt-manager.org/">http://virt-manager.org/</a>	libvirt (Xen, QEMU, KVM, LXC, OpenVZ, User Mode Linux y VirtualBox)
 qemudo	<a href="http://qemudo.sourceforge.net/">http://qemudo.sourceforge.net/</a>	QEMU y KVM
 phpVirtualBox	<a href="http://code.google.com/p/phpvirtualbox/">http://code.google.com/p/phpvirtualbox/</a>	VirtualBox
 OpenVZ Web Panel	<a href="http://code.google.com/p/ovz-web-panel/">http://code.google.com/p/ovz-web-panel/</a>	OpenVZ
 WebVZ	<a href="http://webvz.sourceforge.net/">http://webvz.sourceforge.net/</a>	OpenVZ
xvpsource/xvp	<a href="http://www.xvpsource.org/">http://www.xvpsource.org/</a>	XEN
 ConVirt	<a href="http://www.convirture.com/">http://www.convirture.com/</a>	XEN y KVM

	Nutanix Acropolis	<a href="http://www.nutanix.com/">http://www.nutanix.com/</a>	KVM
	Proxmox	<a href="http://pve.proxmox.com/">http://pve.proxmox.com/</a>	KVM y OpenVZ
	oVirt	<a href="https://fedorahosted.org/ovirt/">https://fedorahosted.org/ovirt/</a>	libvirt (Xen, QEMU, KVM, LXC, OpenVZ, User Mode Linux y VirtualBox)

## RQ 2. ¿Cuáles son las ventajas y desafíos de la virtualización de los servidores?

La virtualización representa un elemento importante en el trabajo con servidores porque permite crear entornos virtuales con facilidades de uso. Esta tecnología constituye un activo fundamental en la implementación del *cloud computing* y para soportar los diferentes servicios digitales de las organizaciones con un marcado ahorro de costos y recursos. Las ventajas comunes que la virtualización del servidor representa, se muestran a continuación:

- **Consumo de Recursos.** El modelo cliente servidor usado por la mayoría de aplicaciones con el fin de aislar los sistemas para evitar conflictos de interoperabilidad conlleva tener recursos subutilizados, la virtualización optimiza el uso del hardware del servidor.
- **Ahorro de Energía.** La migración de servidores físicos a máquinas virtuales permite implementar todos los sistemas informáticos de la empresa en un solo hardware, lo que significa reducir el consumo mensual de energía y los costos de refrigeración para el centro de datos.
- **Rápida Expansión.** La virtualización de servidores proporciona flexibilidad a la hora de actualizar o implementar un nuevo sistema. El administrador de red puede clonar una máquina virtual existente para conseguir un servidor funcional en pocos minutos de forma eficiente, evitando todo el proceso que se necesitaría en caso de usar servidores físicos para cada uno de los servicios de red.
- **Entornos de Prueba y desarrollo.** El aislamiento de aplicaciones usando servidores virtuales permite crear entornos controlados de prueba para el desarrollo de nuevos sistemas sin que estos comprometan la seguridad de la red.
- **Flexibilidad.** La virtualización reemplaza el hardware físico con uno virtual, lo que garantiza un mayor nivel de flexibilidad para los administradores de red al momento de elegir el hardware apropiado que las aplicaciones requieren.

### Limitaciones de Virtualización

Un sistema operativo virtualizado no alcanza el mismo rendimiento que uno instalado directamente en el hardware físico, el supervisor que se encarga de administrar y gestionar los recursos del servidor hace que las máquinas virtuales se vean afectadas en un pequeño porcentaje. No todos los métodos de virtualización ofrecen las mismas especificaciones técnicas, el rendimiento de cada uno dependerá del tipo de virtualización que se utilice en base a las necesidades de la organización. En el esquema tradicional sin virtualización, si un servidor tiene un fallo a nivel de hardware únicamente la aplicación instalada deja de operar, sin embargo en un entorno virtual se tiene un único punto de fallo para todas las máquinas virtuales, cualquier daño en el

hardware del servidor físico afecta a todos los sistemas operativos instalados en él. La solución a este inconveniente es usar soluciones de alta disponibilidad (*clustering*) que permiten tener redundancia a nivel de hardware, si un servidor físico cae, las máquinas virtuales automáticamente se ejecutan desde otro servidor.

### Políticas públicas de soberanía tecnológica

Las estrategias e iniciativas por alcanzar la soberanía tecnológica que el Estado Ecuatoriano requiere, debe realizarse también teniendo en cuenta la participación ciudadana; el interés social; los beneficios respecto al costo; el nivel de competencia de la sociedad; y de los funcionarios públicos para dominar y utilizar las TIC, en función del contexto de desarrollo nacional. Este esfuerzo nacional debe nacer de las necesidades y requerimientos de la ciudadanía y no de la función pública, con el objeto de evitar la implementación de soluciones innecesarias e imprácticas y el uso desmedido de recursos públicos (Barragán-Martínez & Guevara-Viejó, 2016).

La experiencia internacional muestra que es necesario que exista una planificación participativa para el despliegue de servicios electrónicos efectivos, caso contrario el resultado es una planificación institucional con presupuestos inalcanzables para la realidad nacional ecuatoriana. Si bien es cierto que en el país se evidencian inversiones altas, realizadas en este y otros campos, en estos tiempos, se precisa considerar las condiciones económicas en mediano y largo plazo, para que no se afecte la sostenibilidad de las iniciativas implementadas y sean una inversión y no un gasto.

No son pocos los gobiernos de países en desarrollo que han solicitado a los departamentos de seguridad realizar una investigación e informe completo sobre las infraestructuras tecnológicas cruciales en las instituciones de prioridad nacional. Los resultados de estas revisiones siempre son alarmantes. Varios gobiernos confían en la infraestructura de comunicaciones que está completamente ubicada en la nube, es decir, en centros de datos extranjeros según las leyes aplicables en el extranjero. Para estos casos existe un alto nivel de vulnerabilidad de que la información se manipule. Además, esos servicios se brindan bajo términos de uso en constante cambio, y puede ocurrir la suspensión arbitraria de los servicios.

El problema no es solo la dependencia de un proveedor extranjero o las leyes aplicables a los datos digitales; el problema también radica en la ausencia de políticas públicas para abordar el tema en todos los niveles. La situación de dominación digital, aún no logra llenar las máximas prioridades de la agenda política global. A pesar de la existencia de numerosas iniciativas para que las naciones alcancen soberanía e independencia tecnológica, la capacidad de los políticos y líderes sociales para comprender las dimensiones del problema aún es insuficiente.

**RQ 4. ¿Cuáles son las herramientas utilizadas para aumentar la seguridad en los servidores?**

**Tabla 4.** Herramientas utilizadas para aumentar la seguridad en los servidores.

<b>Snort</b>	El sistema de detección de intrusos Snort es una aplicación típica del sistema de detección de intrusos. Snort es un sistema de análisis de tráfico en tiempo real que puede capturar y analizar paquetes en la red según una regla definida. Está disponible bajo licencia GPL, gratuito y funciona bajo plataformas Windows y UNIX/GNU/Linux.	(Shah & Issac, 2018)
<b>Nessus</b>	Es un escáner de seguridad remoto para GNU/ /Linux, BSD, Solaris y Otros Unix. Nessus ayuda a las organizaciones o la industria como un escáner de seguridad que auditará la red prevista y luego determinará las debilidades de la red prevista.	(Araújo et al., 2021)
<b>SSH</b>	Es un vector de ataque común para dispositivos IoT. Provee de comunicaciones cifradas y seguras entre dos hosts no confiables sobre una red insegura.	(Garre et al., 2021)
<b>Netfilter</b>	Netfilter es responsable de los trabajos internos del conocido y ampliamente implementado cortafuegos UNIX llamado <i>iptables</i> . Es implementado en el kernel GNU/Linux estándar.	(Liu et al., 2019)
<b>OpenSSL</b>	Es un paquete de herramientas de administración específico para la criptografía. Suministra funciones criptográficas a otros paquetes como OpenSSH y navegadores web. Ofrece cifrado de datos, autenticación de servidores, integridad de mensajes y autenticación opcional de usuario.	(Walden, 2020)
<b>Tripwire</b>	Es un IDS de código abierto, disponible comercialmente para la detección y reparación de archivos maliciosos y cambios de configuración diseñados originalmente para el sistema UNIX. Periódicamente se crea una lista de verificación de información sobre archivos importantes y se compara con versiones anteriores para detectar cambios inesperados o no autorizados en los archivos.	(Bridges et al., 2019)
<b>Nagios</b>	Nagios es un sistema de monitoreo comercial y de código abierto que es muy efectivo, ya que puede monitorear todos los dispositivos existentes, como enrutadores, conmutadores, servidores, firewalls y otros. Está equipado con varias herramientas que pueden ayudar a los administradores de red a hacer su trabajo.	(Liu et al., 2021)

**RQ 5. ¿Cuáles son las políticas públicas que se han adoptado para contribuir soberanía tecnológica?**

La Tabla 5 relaciona las políticas públicas propuestas en varios países para fortalecer el avance de la soberanía tecnológica, y que han sido mencionadas en la literatura científica.

**Tabla 5.** Políticas públicas relacionadas en la literatura científica.

No.	Descripción
1.	Proteger el libre flujo externo de información.
2.	Fortalecer la naturaleza abierta, distribuida e interconectada de Internet.
3.	Estimular la inversión y la competencia en redes y servicios de alta velocidad.
4.	Fomentar la cooperación de múltiples partes interesadas en los procesos de desarrollo de políticas.

5. Analizar en los altos niveles de dirección las propuestas de códigos de seguridad tecnológica desarrollados voluntariamente.
  6. Desarrollar capacidades para incorporar datos confiables y disponibles al público en el proceso de formulación de políticas.
  7. Garantizar la transparencia, el proceso justo, y la rendición de cuentas.
  8. Fortalecer la consistencia y efectividad en la protección de la privacidad.
  9. Maximizar el empoderamiento individual.
  10. Promover la creatividad y la innovación.
  11. Limitar la responsabilidad de los intermediarios de Internet.
  12. Fomentar la cooperación para promover la seguridad en Internet.
  13. Dar la prioridad adecuada a los esfuerzos de cumplimiento.
  14. Garantizar protección y resiliencia de información crítica para las infraestructuras.
  15. Establecer rutas de redundancia alternativa para las comunicaciones de emergencia
  16. Aumentar la formación del talento humano para apoyar las necesidades de ciberseguridad del país.
  17. Promover la investigación y desarrollo en ciberseguridad.
  18. Crear una concientización acerca de la ciberseguridad.
  19. Garantizar la neutralidad de la red.
  20. Ofrecer lineamientos para la gestión y operación del dominio
  21. Eliminar o minimizar la retención de datos.
  22. Incentivar el debate, el conocimiento y la conciencia pública acerca de los derechos digitales y la alfabetización digital
- 

## Conclusiones

La administración de servidores con herramientas de software libre es uno de los pasos de avance para disminuir las desigualdades digitales globales y alcanzar un futuro que coloque la autonomía digital y la soberanía tecnológica en su centro. La independencia y soberanía tecnológica debe alentarse e institucionalizarse a nivel comunitario y ciudadano para garantizar su escalabilidad y permanencia, a partir de la implantación de políticas públicas desde los propios Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales en Ecuador. Se debe alentar a las comunidades autónomas a desarrollar su propia tecnología y contenido digital y a preservar la integridad y confidencialidad de sus informaciones en el entorno digital. Se deben promulgar políticas públicas para garantizar que la adopción de nuevas tecnologías a escala masiva no genere más desigualdad, exclusión o imposición de valores y prácticas ajenas a los intereses nacionales. Estas políticas constituyen una oportunidad para rescatar y desarrollar aún más el conocimiento local.

El establecimiento de políticas públicas sobre la soberanía tecnológica debe ser examinado en detalle para evitar que tengan un impacto negativo hacia el internet abierto y accesible, o conducir a una asignación ineficiente de recursos. Las propuestas deben validar el desafío más amplio de la vigilancia exterior y motivar el desarrollo de las herramientas de encriptación, teniendo como base que la seguridad de los datos depende principalmente de cómo se almacenan y transmiten, y menos de dónde se almacenan y envían.

Las herramientas de software libre tienen un mayor impacto en el entorno del servidor que en el entorno del usuario-escritorio. Muchos administradores de sistemas encuentran interesante el uso de software libre ya que ofrece alternativas que requieren poca o ninguna inversión. Es por este motivo que en la actualidad, la mayoría

de los proveedores de servicios de Internet y proveedores de telecomunicaciones en el sector gubernamental y empresarial utilizan software libre para sus servidores.

## Referencias

- Akatsu, S., Fujita, Y., Kato, T., & Tsuda, K. (2018). Structured analysis of the evaluation process for adopting open-source software. *Procedia Computer Science*, 126, 1578-1586. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918314091>
- Araújo, R., Pinto, A., & Pinto, P. (2021). A performance assessment of free-to-use vulnerability scanners-revisited. IFIP International Conference on ICT Systems Security and Privacy Protection,
- Barragán-Martínez, X., & Guevara-Viejó, F. (2016). El gobierno electrónico en Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(19), 110-127. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661268014/582661268014.pdf>
- Becerra, M. G. F., Ayala, A. B., & Duarte, E. D. M. (2012). Modelo administrativo para gestión de servidores Linux, implementando mecanismos de seguridad y tecnologías de software libre orientadas a la alta disponibilidad. *Revista UIS Ingenierías*, 11(2), 227-236. <https://www.redalyc.org/pdf/5537/553756872008.pdf>
- Bridges, R. A., Glass-Vanderlan, T. R., Iannacone, M. D., Vincent, M. S., & Chen, Q. (2019). A survey of intrusion detection systems leveraging host data. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 52(6), 1-35. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3344382>
- Dawood, K. A., Sharif, K. Y., Ghani, A. A., Zulzalil, H., Zaidan, A., & Zaidan, B. (2021). Towards a unified criteria model for usability evaluation in the context of open source software based on a fuzzy Delphi method. *Information and Software Technology*, 130, 106453. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584920302020>
- Garre, J. T. M., Pérez, M. G., & Ruiz-Martínez, A. (2021). A novel Machine Learning-based approach for the detection of SSH botnet infection. *Future Generation Computer Systems*, 115, 387-396. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X20303265>
- Gaur, U. K., Sonvane, D., Kumar, V., & Kalmady, R. (2020). SANMAN-Management Software for Hyperscale SAN based storage system. 2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT),
- Glowinski, K., Gossmann, C., & Strümpf, D. (2020). Analysis of a cloud-based mobile device management solution on android phones: technological and organizational aspects. *SN Applied Sciences*, 2(1), 1-18. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-019-1819-z>
- Liu, H., Zhang, S., Liu, L., Yu, J., & Ding, B. (2019). A fluffy dual-network structured nanofiber/net filter enables high-efficiency air filtration. *Advanced Functional Materials*, 29(39), 1904108. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201904108>
- Liu, J., Qu, C., & Zhou, T. (2021). Design and Implementation of Cloud Computing Platform Monitoring System Based on Nagios. 2020 International Conference on Data Processing Techniques and Applications for Cyber-Physical Systems,
- Paradis, E. (2020). A review of computer tools for prediction of ecosystems and populations: We need more open-source software. *Environmental Modelling & Software*, 134, 104872. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815220309294>

- Parhandhito, N., Negara, R. M., & Dewanta, F. (2021). Comparison of High Availability Performance on OpenDaylight with Corosync Pacemaker and OpenDaylight SDN Controller Platform Clustering. 2020 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IoT&IS),
- Pearce, J. M. (2020). Economic savings for scientific free and open source technology: A review. *HardwareX*, 8, e00139. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468067220300481>
- Petruti, C.-M., Puiu, B.-A., Ivanciu, I.-A., & Dobrota, V. (2018). Automatic management solution in cloud using NtopNG and Zabbix. 2018 17th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet),
- Pierleoni, P., Belli, A., Palma, L., Valenti, S., Raggiunto, S., Incipini, L., & Ceregioli, P. (2018). The scrovegni chapel moves into the future: An innovative internet of things solution brings new light to Giotto's masterpiece. *IEEE Sensors Journal*, 18(18), 7681-7696. <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/7361/4427201/08417962.pdf>
- Rahmadani, T. P. (2022). Analisis Pemantauan Access Point Local Arena Network dengan Menggunakan OpManager: Analisis Pemantauan Access Point Local Arena Network dengan Menggunakan OpManager. *Journal of Network and Computer Applications (ISSN: 2964-6669)*, 1(1), 9-18. <http://jurnal.netplg.com/index.php/jnca/article/view/2>
- Rodríguez, A. R., Castro, V. F. R., González, A. d. C. R., Baque, N. A. C., & Tarragó, J. C. P. (2021). Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en técnicas de minería de procesos. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(7), 136-155. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/920>
- Shah, S. A. R., & Issac, B. (2018). Performance comparison of intrusion detection systems and application of machine learning to Snort system. *Future Generation Computer Systems*, 80, 157-170. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17323178>
- Tritsarolis, A., Kontoulis, Y., & Theodoridis, Y. (2022). The Piraeus AIS dataset for large-scale maritime data analytics. *Data in brief*, 40, 107782. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340921010568>
- Walden, J. (2020). The impact of a major security event on an open source project: The case of OpenSSL. Proceedings of the 17th International Conference on Mining Software Repositories,