

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**



**Universidad de El Salvador**  
*Hacia la libertad por la cultura*

**PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO PARA  
CREACIÓN DE LABORATORIO VIRTUAL PARA FACULTADES  
UNIVERSITARIAS.**

PRESENTADO POR:

**CRISTIAN EDGARDO AGUILAR MENDOZA**  
**VANESSA JEANNETTE CASTRO FIGUEROA**  
**SULMA YAMILETH CRUZ GÓMEZ**  
**ALEXANDER ENRIQUE ESCOBAR ORTIZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**  
CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2023

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA**

SECRETARIO GENERAL:

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA**

SECRETARIO:

**ARQ. RAUL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

DIRECTOR:

**ING. CESAR AUGUSTO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:  
**INGENIERO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

Título:

**PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO PARA  
CREACIÓN DE LABORATORIO VIRTUAL PARA FACULTADES  
UNIVERSITARIAS.**

Presentado por:

**CRISTIAN EDGARDO AGUILAR MENDOZA  
VANESSA JEANNETTE CASTRO FIGUEROA  
SULMA YAMILETH CRUZ GÓMEZ  
ALEXANDER ENRIQUE ESCOBAR ORTIZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

**MSc. JULIO DAMIÁN MORALES AYALA**

**SAN SALVADOR, NOVIEMBRE DE 2023**

## Contenido

1.	Introducción .....	1
2.	Definición del Proyecto .....	3
2.1	Identificación de la Organización .....	3
2.2	Antecedentes .....	3
2.3	Pregunta de Investigación .....	4
2.4	Planteamiento del problema .....	4
2.5	Limitaciones del Problema .....	6
2.6	Justificación.....	7
2.7	Objetivos .....	8
2.7.1	Objetivo General .....	8
2.7.2	Objetivos Específicos.....	8
3.	Marco Teórico.....	9
3.1	Infraestructura de nube.....	9
3.1.1	Elementos de la infraestructura de nube .....	9
3.2	Cloud Computing .....	10
3.2.1	Cloud público.....	11
3.2.2	Cloud privado u On-Premises .....	12
3.2.3	Cloud Híbrido .....	13
3.2.4	Multicloud o multinube.....	14

3.3	Tipos de servicios de la Nube .....	15
3.3.1	Infraestructura como servicio (IaaS).....	15
3.3.2	Plataforma como servicio (PaaS).....	15
3.3.3	Software como servicio (SaaS).....	16
3.3.4	El escritorio como servicio (DaaS) .....	16
3.4	Características de una Implementación DaaS .....	17
3.5	OpenStack .....	18
3.5.1	Arquitecturas de infraestructura.....	18
3.5.2	Componentes.....	19
3.6	Servicios de directorios activos.....	21
3.6.1	Protocolo LDAP.....	22
3.6.2	OpenLDAP .....	22
3.6.3	Active Directory.....	22
3.6.4	Apache Directory Server.....	23
3.6.5	Red Hat Directory Server.....	23
3.7	Sistemas de archivos distribuidos .....	23
3.8.1	Ceph.....	24
3.8.2	GlusterFS .....	25
3.7.1	Hipervisores Tipo 1.....	26
3.7.2	Hipervisores Tipo 2.....	26

3.8	Administración de redes.....	27
3.8.1	Open vSwitch (OVS).....	27
3.8.2	PfSense.....	28
3.8.3	OPNSense.....	29
3.9	Servicios de Escritorio Remoto.....	30
3.9.1	Apache Guacamole.....	30
3.9.2	TeamViewer.....	30
3.9.3	Rust Desk.....	31
3.9.4	UltraVNC.....	31
4.	Diseño Metodológico.....	32
4.1	Modelo de investigación.....	32
4.1.1	Enfoque cuantitativo utilizado.....	32
4.1.2	Población educativa en estudio.....	33
4.1.3	Decisiones puntuales para el abordaje de la investigación.....	34
4.2	Diseño de la investigación y desarrollo.....	35
4.2.1	Técnicas de recolección de datos utilizados.....	35
4.2.1.1	Encuestas.....	35
4.2.2	Tratamiento de la información recolectada.....	36
4.2.3	Abordando las necesidades de información.....	36

4.2.4	Implementación de un DaaS como herramienta para una institución pública superior, escuela de sistemas UES .....	37
4.2.5	Componentes del modelo.....	37
5.	Factibilidades .....	39
5.1	Factibilidad Tecnológica o Servicios .....	40
5.2	Factibilidad económica .....	42
5.3	Factibilidad de rendimiento.....	47
6.	Desarrollo de la solución .....	48
6.1	Análisis y diseño .....	48
6.2	Arquitectura.....	49
6.2.1	Topología de Red.....	51
6.3	Construcción de la solución .....	53
6.5	Pruebas de funcionalidad del Prototipo.....	54
7.	Análisis de Resultados .....	60
7.1	Análisis Cuantitativo .....	60
7.2	Conclusión de los resultados .....	65
8.	Conclusiones .....	66
9.	Recomendaciones .....	68
10.	Referencias bibliográficas.....	69
11.	Anexos .....	73

# 1. Introducción

La recopilación de elementos de hardware y software necesarios para hacer posible la informática disponible en la nube, incluye capacidad de procesamiento, red y almacenamiento, así como una interfaz para que los usuarios accedan a sus recursos virtualizados. A esto se conoce como “Infraestructura en la nube”, y lo referente a cómo disponemos de los componentes se combinan y agrupan es denominado “arquitectura de la tecnología de nube” o también “arquitectura en la nube”. (Wikipedia G. C., 2023)

La infraestructura de la nube se ha convertido en el pilar fundamental de la revolución tecnológica que ha transformado la forma en que vivimos, trabajamos y aprendemos. Esta revolución ha generado un crecimiento exponencial en la demanda de soluciones educativas flexibles y accesibles que aprovechen plenamente el potencial de la nube. El aprendizaje de la informática y tecnología, en particular, se encuentra en el epicentro de esta transformación, ya que busca adaptarse a un mundo cada vez más digitalizado y globalizado.

La infraestructura de la nube, con su capacidad para proporcionar recursos computacionales, almacenamiento y redes a través de Internet, se ha convertido en una herramienta fundamental para la innovación en el aprendizaje y un modelo de arquitectura en la nube que ha ganado relevancia en este panorama es el Desktop as a Service (DaaS). Esta es una solución de informática de nube en la que un proveedor de servicios suministra escritorios virtuales a los usuarios finales por Internet, bajo licencia de acuerdo con una suscripción por usuario. (VMware, Inc., 2023)

Este trabajo se enfoca en la confluencia de la infraestructura en la nube y el modelo escritorio como un servicio, dicho modelo permite a docentes y estudiantes acceder a un entorno de trabajo digital desde cualquier lugar y dispositivo, eliminando las barreras geográficas y fomentando la colaboración y el aprendizaje interactivo. Al aprovechar la infraestructura de la nube, DaaS ofrece escalabilidad, flexibilidad y eficiencia en la gestión de recursos, lo que lo convierte en una herramienta poderosa para el aprendizaje.

Este trabajo proporciona una introducción a la infraestructura de escritorios como servicio (DaaS), explorando diversos modelos y servicios que se pueden combinar para su arquitectura. Comenzamos con un marco teórico y seguimos un proceso metodológico de investigación para recopilar la información esencial. Esto nos permite desarrollar una prueba de concepto a través de la implementación de un prototipo funcional y pruebas iniciales.

Al explotar las capacidades de DaaS, este trabajo aspira a demostrar cómo la tecnología puede impulsar un futuro educativo más accesible, interactivo y adaptable. En última instancia, la creación de un prototipo de infraestructura en la nube pretende abrir nuevas fronteras en el aprendizaje de la informática y desafiar las limitaciones tradicionales del aprendizaje, proporcionando una experiencia que refleje verdaderamente la era digital en la que vivimos.

## **2. Definición del Proyecto**

### **2.1 Identificación de la Organización**

Instituciones educativas, donde es necesario software especializados o equipos con requerimientos específicos de software o hardware que estén a disposición de la población estudiantil.

Estas pueden ser instituciones educativas donde se desea tener un control puntual en las acciones del alumnado, al momento de manipular los equipos informáticos o donde la población estudiantil no cuenta con un equipo apropiado para realizar sus prácticas de aprendizaje.

### **2.2 Antecedentes**

La historia del cloud computing se remonta a la década de 1950, cuando algunas empresas enfrentaron la necesidad de tener acceso a la información desde diversos puntos, pero se encontraron con dos desafíos importantes: los costos asociados a la implementación de infraestructura y la disponibilidad de espacio físico para albergar dicha infraestructura.

En 1961, John McCarthy, un estadounidense, propuso la idea de la computación compartida, que consistía en ofrecer el acceso a computadoras, espacio de almacenamiento y memoria como un servicio público. Sin embargo, esta idea quedó en pausa debido a la falta de recursos para su implementación y más tarde evolucionó con el surgimiento de Internet.

Fue en la década de 1990, con un Internet que disponía de un mayor ancho de banda, cuando se acuñó por primera vez el término "Cloud Computing". Este concepto fue promovido por ejecutivos como George Favaloro y Sean O'Sullivan de la empresa Compaq Computer.

En 2006, Amazon se convirtió en uno de los pioneros en el uso de la nube dentro de su organización y comenzó a ofrecer servicios de nube a pequeñas y medianas empresas. Gracias a

esta iniciativa, otras empresas han adoptado la nube como una solución para el almacenamiento y una nueva forma de trabajar. (Einagrafic, 2019)

### **2.3 Pregunta de Investigación**

¿Puede crearse una solución que permita contar con laboratorios virtuales de informática mediante la utilización de un modelo de servicios en la nube como Desktop as a Service?

### **2.4 Planteamiento del problema**

El aprendizaje y la formación en el rubro informático han experimentado un crecimiento significativo en la última década. La demanda de laboratorios de informática para la enseñanza y el aprendizaje de diversas disciplinas informáticas ha aumentado de manera considerable. Estos entornos en forma virtuales brindan a docentes y estudiantes la flexibilidad necesaria para acceder a recursos informáticos de manera remota, permitiendo una experiencia de aprendizaje más versátil y accesible.

Considerando las necesidad y demanda de crear centros de cómputo virtuales y basado en el modelo Desktop as a Service de infraestructura cloud, en el presente trabajo se diseña y se implementa un prototipo de Laboratorio Virtual de Informática en la nube que permite a partir de condiciones establecidas, aprovisionar a los usuarios de máquinas virtuales, proveídas a través del hypervisor KVM (Kernel-based Virtual Machine o KVM, es una solución para implementar virtualización completa con Linux). Los usuarios tendrán acceso al repositorio según su rol grupal: docente, administrador o estudiante.

A continuación, se detalla las acciones que cada miembro dentro del rol grupal podrá realizar en el Laboratorio Virtual de Informática:

- El docente podrá hacer un stack del laboratorio que quiere lanzar, según las necesidades de sistema operativo y aplicaciones, estos pueden ser con Windows o Linux.
- El administrador, podrá preparar a partir de la imagen de sistema operativo, la distribución hacia los diferentes estudiantes, los cuales tendrán disponible de forma individual cada máquina virtual.
- Los estudiantes podrán entrar a la plataforma y consumir la imagen lanzando la instancia previamente configurada, y realizando la práctica de laboratorio solicitada. Al finalizar deberán de crear un snapshot de la instancia, para que esta pueda ser revisada por el Docente en el futuro.

En vista de la creciente demanda de herramientas de aprendizaje, junto con la necesidad de proporcionar un acceso flexible y eficiente a entornos de laboratorio virtual en el ámbito de la informática, se presenta un caso de estudio donde se integra un conjunto de servicios de nube, virtualización y la implementación del modelo Desktop as a Service (DaaS).

## 2.5 Limitaciones del Problema

**Tamaño de muestra:** El tamaño de muestra para las encuestas será determinado de manera subjetiva y razonada, específico para las características y necesidades particulares de la facultad. Aunque esta elección se hace con base en consideraciones específicas, es importante reconocer que los resultados pueden tener una aplicabilidad directa principalmente a entornos similares dentro de la institución.

**Falta de estudios previos al tema:** La falta de documentación previa sobre la implementación de Desktop as a Service (DaaS) convierte esta investigación en un estudio piloto. Sin embargo, esta limitación también abre oportunidades para contribuir significativamente al conocimiento existente en este campo emergente.

**El recurso tiempo:** La disponibilidad limitada de tiempo afecta la realización de análisis exploratorios más extensos y la toma de muestras más diversas. Esto sugiere que, con una planificación más exhaustiva en futuras fases, se podrían realizar análisis más concluyentes e inclusivos.

**Desarrollo de Interfaz Gráfica:** Cabe destacar que, debido a la naturaleza específica de este proyecto, centrado en la implementación de una infraestructura en la nube para un laboratorio virtual basado en DaaS, no se abordará el desarrollo de una interfaz gráfica de usuario (GUI). La razón detrás de esta limitación reside en el enfoque primario de este proyecto, que se centra en la configuración y gestión de la infraestructura subyacente, más que en la creación de una interfaz visual para los usuarios finales. Si bien una interfaz gráfica puede ser crucial en implementaciones finales para mejorar la experiencia del usuario, su desarrollo no ha considerado en esta fase, dejándolo como una posible área de expansión en futuras iteraciones del proyecto.

## **2.6 Justificación**

El aprendizaje ha experimentado una revolución digital, donde la demanda de flexibilidad y accesibilidad se ha convertido en un requisito fundamental. La enseñanza a distancia, impulsada por eventos como la pandemia de COVID-19 y la población estudiantil que no cuenta con equipo informático propio o adecuado, ha elevado la necesidad de herramientas tecnológicas avanzadas que permitan a docentes y estudiantes acceder a laboratorios virtuales desde cualquier ubicación. La solución propuesta aborda este desafío al proporcionar un entorno de laboratorio virtual altamente personalizable y accesible, lo que no solo enriquecerá la calidad del aprendizaje, sino que también fomentará la colaboración y la innovación.

La computación en la nube, con su capacidad de virtualización y escalabilidad, ha demostrado ser una solución efectiva para abordar estos desafíos. La implementación de entornos virtuales basados en la nube permite un acceso ágil a recursos informáticos, reduciendo costos y mejorando la eficiencia.

Las infraestructuras tradicionales a menudo son obstáculos para la agilidad y la innovación en el desarrollo tecnológico. La implementación de un Laboratorio Virtual de Informática basado en DaaS ofrece una respuesta a esta necesidad crítica. Facilita la creación y gestión de entornos de desarrollo y pruebas altamente escalables, permitiendo una iteración más rápida y una entrega de proyectos más ágil, lo que se traduce en una ventaja competitiva significativa.

Esta iniciativa no solo busca resolver los problemas inmediatos de gestión de recursos informáticos, sino que también anticipa y se adapta a un entorno tecnológico en constante evolución.

## **2.7 Objetivos**

### **2.7.1 Objetivo General**

Desarrollar un prototipo para evaluar la viabilidad de implementar una arquitectura en la nube que satisfaga los requisitos esenciales de un laboratorio basado en DaaS, haciendo uso de soluciones de código abierto. Que permita reducir la brecha digital, en cuanto el acceso a los alumnos a un equipo con características tecnológicas especializadas.

### **2.7.2 Objetivos Específicos**

- Crear un prototipo básico, que permita implementar una arquitectura DaaS para la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, Escuela de Sistemas Informáticos.
- Crear una arquitectura DaaS en la nube de bajo coste, que pueda sostener un aula de laboratorio.
- Implementar un componente de seguridad en la arquitectura del prototipo.
- Implementar un servicio que permita almacenar las imágenes y volúmenes de la arquitectura DaaS.
- Implementar un servicio de autenticación para la administración de los usuarios.

## 3. Marco Teórico

### 3.1 Infraestructura de nube

La expresión infraestructura de nube se utiliza para describir aquellos elementos necesarios para el cloud computing, entre los que se incluyen el sistema de hardware, los recursos aislados, el almacenamiento y los recursos de red. Son las herramientas que se requieren para diseñar una nube. La infraestructura es necesaria para poder alojar los servicios y las aplicaciones en la nube.

#### 3.1.1 Elementos de la infraestructura de nube

Según Red Hat (2019) afirma que la infraestructura en la nube se compone de varios elementos integrados:

- **Hardware:** El hardware incluye equipos de red, como conmutadores, enrutadores, firewalls y equilibradores de carga; matrices de almacenamiento; dispositivos para hacer backups y servidores.
- **Virtualización:** La virtualización es una tecnología que separa las funciones y los servicios de TI del sistema de hardware.

Un software llamado hipervisor controla el hardware físico y extrae los recursos de la máquina, como la memoria, la potencia informática y el almacenamiento.

- **Almacenamiento:** Dentro de un centro de datos, estos se pueden almacenar en varios discos en una sola matriz de almacenamiento. La gestión del almacenamiento garantiza que se realicen backups adecuados de los datos, que se eliminen periódicamente los backups obsoletos y que se indexen los datos para poder recuperarlos en caso de que falle algún elemento del almacenamiento.

- **Red:** Consta de cables, conmutadores, enrutadores y otros equipos físicos, a partir de los cuales se crean las redes virtuales.

Una configuración tradicional de red en la nube consiste en varias redes secundarias, cada una con diferentes niveles de control. La nube permite crear redes de área local virtuales (VLAN) y asignar direcciones estáticas o dinámicas, según sea necesario, para todos los recursos de red.

### 3.2 Cloud Computing



Figura 1. Tipos de cloud computing

El cloud computing hace referencia a la ejecución de las cargas de trabajo en las nubes, las cuales son entornos de TI que extraen, agrupan y comparten recursos flexibles en una red.

(Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski. 2011, págs. 10-12)

- **El cloud computing:** es la función que se encarga de ejecutar determinada carga de trabajo en una nube.
- **Las nubes:** Las nubes se refieren a los entornos donde se ejecutan las aplicaciones.
- **Las tecnologías:** son los elementos de sistemas de software y hardware que se utilizan para diseñar y usar las nubes.

### 3.2.1 Cloud público

Según Red Hat (2023) afirma: La nube pública es un conjunto de recursos virtuales desarrollados a partir de un sistema de hardware que pertenece a una empresa externa encargada también de gestionarlo. La nube se pone a disposición de varios clientes a través de una interfaz de autoservicio de manera automática. Es una forma sencilla de adaptar las cargas de trabajo que sufren variaciones inesperadas de la demanda.

Por lo general, las nubes públicas actuales no se implementan como una solución de infraestructura independiente, sino como parte de un conjunto heterogéneo de entornos que mejora la seguridad y el rendimiento, disminuye los costos y aumenta la disponibilidad de la infraestructura, los servicios y las aplicaciones.

#### *3.2.1.1 Ventajas de la nube publica*

- **Acceso a nuevas tecnologías:** ya que la adquisición de los servicios de este tipo de nube es por medio de suscripción, los usuarios tienen acceso a los servicios que más se ajustan a sus necesidades.
- **Escalabilidad:** sus servicios se orientan a la demanda que requiere el cliente.

- **Flexibilidad:** El acceso y disponibilidad son los puntos fuertes de este tipo de servicio ya que esta disponibles 24/7 y ser accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet.
- **Herramientas de administración, monitoreo y análisis:** Cuenta con una serie de herramientas que brindan un conjunto de métricas que contribuyen a la correcta gestión del servicio.

El cloud público está enfocado para proyectos de menor escala y startups, ya que permiten gestionar el deploy muy eficiente. Otro punto para considerar es que los costos son controlados siempre y cuando la proporción de la infraestructura se mantenga.

### **3.2.2 Cloud privado u On-Premises**

Según Red Hat (2023) afirma: Una nube privada es un entorno de nube diseñado exclusivamente para el usuario final y que, por lo general, se encuentra dentro del firewall del usuario. Si bien siempre se ha ejecutado de manera local, las empresas han comenzado a diseñarla en centros de datos alquilados que se encuentran fuera de las instalaciones.

Las nubes son privadas cuando la infraestructura de TI subyacente se destina a un solo cliente con acceso completamente aislado. Estas utilizan la tecnología de virtualización para combinar recursos provenientes del hardware físico en conjuntos compartidos. De esta manera, no es necesario que las nubes creen entornos virtualizando cada recurso por separado a partir de un grupo de sistemas físicos diferentes.

#### ***3.2.2.1 Ventajas de la nube privada***

Las nubes privadas reducen las instancias de desperdicio de la capacidad. Permiten que la empresa configure una y otra vez los recursos de manera automática y según sea necesario, ya que no se ven limitados a las instalaciones físicas.

Las nubes privadas también tienen otros beneficios según Red Hat (2023):

- **Mayor capacidad** de infraestructura para satisfacer grandes demandas de recursos informáticos y de almacenamiento
- **Servicios por solicitud** mediante el uso de interfaces de usuario de autoservicio y gestión basada en políticas
- **Asignación eficiente** de recursos según las necesidades del usuario
- **Mayor supervisión** de los recursos en toda la infraestructura

El cloud privado está enfocado todo tipo de instituciones y proyectos, siempre y cuando se disponga alta capacidad económica y recurso humanos especializado en este tipo de servicios. Ya que el despliegue requiere requisitos estrictos de rendimiento, disponibilidad y seguridad.

### 3.2.3 Cloud Híbrido

La nube híbrida es un modelo de despliegue creado a partir de múltiples entornos que se conectan mediante redes de área local (LAN), redes de área amplia (WAN), redes privadas virtuales (VPN) o API.

Según Red Hat (2023) afirma: Este servicio híbrido combina las ventajas de la nube privada y la pública para proporcionar flexibilidad adicional a las instituciones, Por ejemplo, es posible que una nube híbrida tenga que incluir lo siguiente:

- Al menos una nube privada y una pública
- Dos o más nubes privadas
- Dos o más nubes públicas
- Un entorno virtual o sin sistema operativo conectado a al menos una nube, ya sea pública o privada.

### **3.2.3.1 Ventajas de la nube híbrida**

- Mayor control: permite gestionar flujos de trabajo críticos de forma privada.
- Flexibilidad: ofrece una mayor escalabilidad en su infraestructura dependiendo de los recursos de la institución.
- Optimización de costos: Solo se paga por los servicios o componentes que se implementaran en la infraestructura en base a las necesidades que se requiera.

La nube híbrida puede ser una opción útil para instituciones que requieren una infraestructura basada en el Cloud Privado, para un mayor control de esta tanto a nivel de costes como de recursos, pero que puntualmente necesitan desbordar servicios en una plataforma de Cloud Público.

### **3.2.4 Multicloud o multinube**

Según Red Hat (2023) afirma: Multinube se refiere a un enfoque de nube compuesto por al menos dos servicios de nube, que proporcionan por lo menos dos proveedores de nube pública o privada. Todas las nubes híbridas son multiclouds, pero no todas las multiclouds son híbridas. Las multiclouds se vuelven híbridas cuando se conectan varias nubes con algún tipo de integración u organización.

El Multicloud ofrece un nivel adicional de flexibilidad y es probable que vaya ganando fuerza con el tiempo; especialmente en proyectos de gran tamaño y complejidad que requieran soluciones más complejas. No obstante, al tratarse de una solución cloud compleja, exige un gran nivel de gestión y seguridad que no todas las empresas pueden asumir.

### **3.3 Tipos de servicios de la Nube**

Cloud computing tiene una amplia gama de servicios ofrecidos por sus proveedores y dichos servicios se ponen a disposición a los usuarios por medio de Internet, que se pueden clasificar en tres tipos y se puede considerar el escritorio como servicio, como una configuración de arquitectura derivada.

#### **3.3.1 Infraestructura como servicio (IaaS)**

“La infraestructura en la nube como servicio (IaaS) es un modelo de computación en la nube que proporciona a los usuarios acceso a recursos informáticos fundamentales a través de Internet” (Kavis, M. 2014). Proporciona a los usuarios recursos informáticos que los proveedores de servicios en la nube configuran en la infraestructura, los recursos que pueden ocupar los usuarios como servidores, redes, máquinas virtuales y almacenamiento de datos a través de Internet.

Los usuarios con los recursos dados pueden gestionar el sistema operativo, aplicaciones y los middlewares (productos intermedios) y los proveedores gestionan los sistemas de hardware y todos los elementos que conforman la infraestructura, son también los que previenen las interrupciones, hacen reparaciones y solucionan los problemas de hardware. (Kavis, M. 2014)

#### **3.3.2 Plataforma como servicio (PaaS)**

En la Plataforma como Servicio los que proporcionan este servicio gestiona el hardware y la plataforma de software, los usuarios que utilizan este servicio son los que manejan las aplicaciones que se ejecuten en esta plataforma y los datos que se almacenan ahí.

### 3.3.3 Software como servicio (SaaS)

El servicio que proporciona el modelo de SaaS, los proveedores ofrecen de nivel de aplicación que los usuarios pueden acceder a estas a través de Internet. Este modelo de la computación de la nube hace que el usuario no tenga la necesidad de instalar en su máquina la aplicación que esto significa da mejor método de acceso para un grupo de personas al sistema de software. (Oracle, 2023)

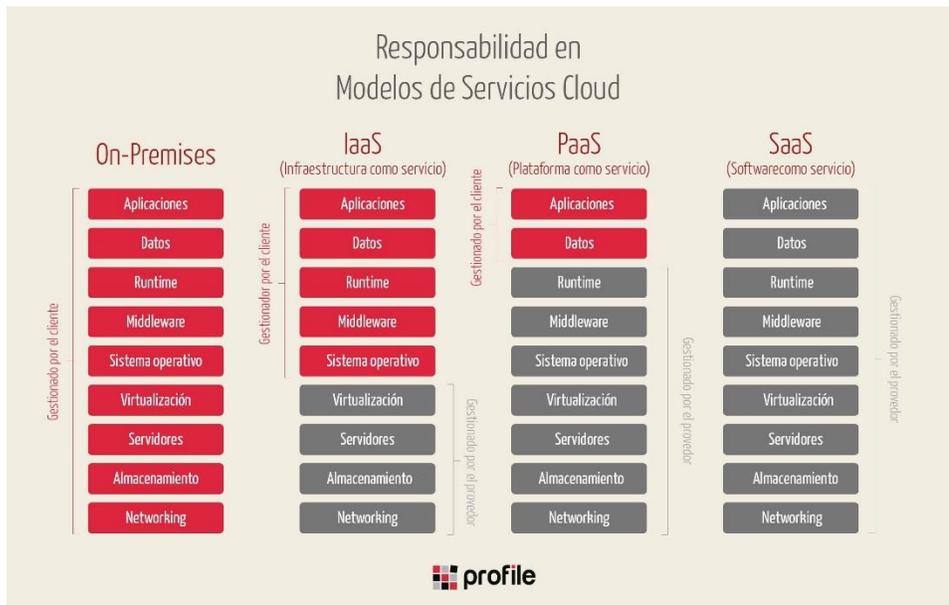


Figura 2. Niveles de Responsabilidad para los usuario dueños de Modelo de servicio en la Nube, en forma comparativa.

### 3.3.4 El escritorio como servicio (DaaS)

El escritorio como servicio también conocido como “Desktop as a Service”, donde esta solución de los proveedores ofrece escritorios virtuales que están alojados en la Nube y que los usuarios lo pueden adquirir en cualquier dispositivo y solo debe de tener una conexión a Internet como en los otros tres modelos anteriores IaaS, PaaS y SaaS (VMware, Inc. 2023).

Este modelo, puede ser considerado como un derivado del IaaS, PaaS y SaaS, donde la disposición de los componentes y responsabilidades involucradas varía a diferentes niveles.

### **3.4 Características de una Implementación DaaS**

En la arquitectura del modelo DaaS, la implementación no solo depende de aspectos fundamentales como la capacidad de cómputo, la memoria, el espacio en disco y el acceso a Internet, sino que también implica la incorporación de un conjunto mínimo de componentes esenciales. Estos componentes abarcan:

- La autenticación de los Usuarios: Un sistema de comunicación entre aplicaciones que implementa una infraestructura unificada segura bajo una variedad de jerarquías para el inicio de sesión con un único usuario y contraseña.
- Servicio de Gestión de cómputo: Proporciona un acceso autoservicio, alta escalabilidad y capacidad para gestionar recursos informáticos, como máquinas virtuales o, en su defecto, contenedores, de manera eficiente y masiva.
- Gestor de Imágenes: Poder Adicionar, Actualizar, eliminar y poner a disposición imágenes de Sistemas Operativos (OS), a las necesidades de virtualización.
- Gestor de Redes: Es esencial contar con la capacidad de crear y administrar redes que estén disponibles para su uso por parte de los usuarios finales, incluyendo tanto a estudiantes como a docentes.
- Almacenamiento tipo bloque: Poder de almacenamiento disponible a las virtualizaciones sin necesidad de saber dónde está realmente implementado su almacenamiento.

- Interfaz tipo API Rest para comunicación entre los diferentes módulos, tanto para poder escalar los servicios como para poder implementar desarrollos de terceros.
- Interfaz de comunicación o dashboard/panel: Se requiere una herramienta para revisar la información de los datos de telemetría y centralizar los procesos, así también permita conocer los estados de los diferentes módulos.
- Orquestador y proceso automatizado de lanzamiento de instancias
- Servicio de medición y recopilación de datos
- Interfaz para acceder a los servicios del DaaS

### **3.5 OpenStack**

“OpenStack es un proyecto de computación en la nube utilizado para proporcionar una infraestructura como servicio (IaaS). Es un software libre y de código abierto distribuido bajo los términos de la licencia Apache” (Wikipedia, 2023).

#### **3.5.1 Arquitecturas de infraestructura**

Cada liberación de versión corresponde a un ciclo de desarrollo de aproximadamente 6 meses, la cual es expuesta cada año en la reunión anual de la comunidad, como se explica la planificación de los nuevos desarrollos y las líneas a implementar. Esto significa que son expuestas dos nuevas versiones por año.

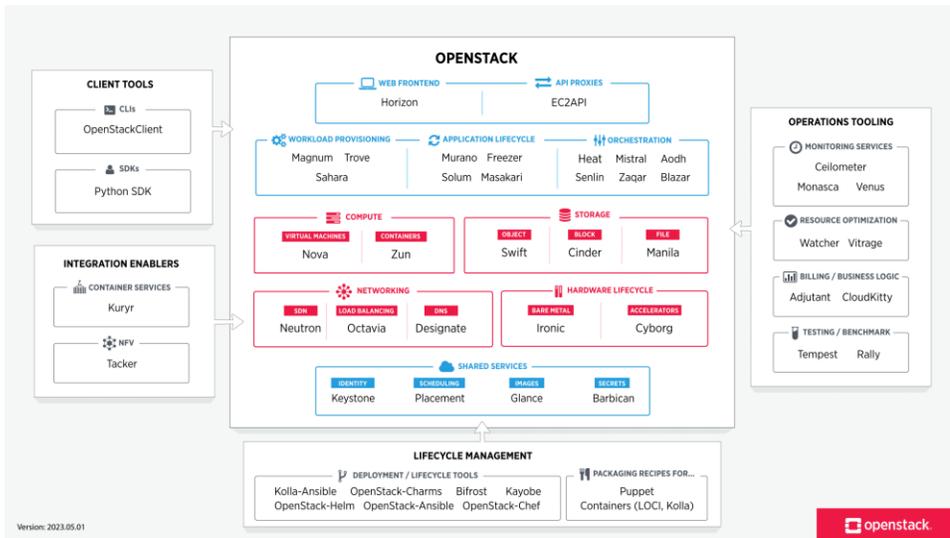


Figura 3. Mapa de Componentes de OpenStack, fuente: openstack.org

### 3.5.2 Componentes

Debido a las diferentes configuraciones de acuerdo con las necesidades de implementación de uso de OpenStack este puede requerir un número finito de módulos en su instalación, algunos de propósito general y otros de carácter obligatorio, la versión Antelope posee al menos 65 módulos disponibles desde el sitio oficial.

A continuación, mencionaremos los módulos básicos de uso común, en cualquier tipo de implementación (OpenStack, 2023):

#### 3.5.2.1 Keystone.

Proporciona autenticación de los clientes mediante una API, descubrimiento de servicios y autorización distribuida de múltiples inquilinos mediante la implementación de la API de identidad de OpenStack. Admite LDAP, OAuth, OpenID Connect, SAML y SQL.

### ***3.5.2.2 Nova.***

Implementar servicios y bibliotecas asociadas para proporcionar acceso de autoservicio, bajo demanda y masivamente escalable a recursos informáticos, incluidos contenedores, máquinas virtuales y bare metal (metal desnudo o expuesto).

Un servidor bare metal, consiste en un equipo informático cuyos recursos, como memoria RAM, potencia de cálculo y almacenamiento son para un solo destino, pues está dedicado de forma integral a una sola compañía.

### ***3.5.2.3 Glance.***

Es un servicio para imágenes permitiendo dar un vistazo, incluye descubrir, registrar y recuperar imágenes de máquinas virtuales. Glance tiene una API RESTful que permite consultar los metadatos de la imagen de la VM, así como la recuperación de la imagen real. Las imágenes de VM disponibles a través de Glance se pueden almacenar en una variedad de ubicaciones, desde sistemas de archivos simples hasta sistemas de almacenamiento de objetos como el proyecto OpenStack Swift.

### ***3.5.2.4 Neutron.***

OpenStack Neutron es un proyecto de redes SDN centrado en ofrecer redes como servicio (NaaS) en entornos informáticos virtuales.

### ***3.5.2.5 Cinder.***

Cinder es un servicio de almacenamiento de tipo bloque para OpenStack. Virtualiza la gestión de dispositivos de almacenamiento en bloque y proporciona a los usuarios finales una API de autoservicio para solicitar y consumir esos recursos sin necesidad de saber dónde está realmente implementado su almacenamiento o en qué tipo de dispositivo. Esto se hace mediante

el uso de una implementación de referencia (LVM, Logical Volume Manager o Gestor de Volúmenes Lógicos de Linux) o controladores complementarios para otro almacenamiento.

#### ***3.5.2.6 Placement***

Placement es un servicio OpenStack que proporciona una API HTTP para rastrear inventarios y usos de recursos en la nube para ayudar a otros servicios a administrar y asignar sus recursos de manera efectiva

#### ***3.5.2.7 Horizon***

Horizon es la implementación canónica del panel de OpenStack, que es extensible y proporciona una interfaz de usuario basada en web para los servicios de OpenStack.

#### ***3.5.2.8 Heat***

Implementa un motor de orquestación para lanzar múltiples aplicaciones compuestas en la nube basadas en plantillas en forma de archivos de texto que pueden tratarse como código.

#### ***3.5.2.9 Ceilometer***

El objetivo de Ceilometer es recopilar, normalizar y transformar de manera eficiente los datos producidos por los servicios OpenStack. Los datos que recopila están destinados a crear diferentes vistas y ayudar a resolver diversos casos de uso de telemetría

### **3.6 Servicios de directorios activos**

Un directorio es una estructura jerárquica que almacena información sobre objetos en la red. Los servicios de directorios activos permiten almacenar y administrar información de usuarios, también almacenan información acerca de los objetos de una red y facilita su búsqueda y uso por parte de los usuarios y administradores.

Existen protocolos utilizados para la autenticación de usuarios que pueden proporcionar el servicio que se describe anteriormente.

### **3.6.1 Protocolo LDAP**

LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) es un protocolo estándar para usuarios, dispositivos y clientes de comunicación con un servidor de directorio. El protocolo LDAP facilita al usuario la autenticación y autorización para los recursos de las tecnologías de la información, los cuales pueden incluir servidores, aplicaciones, redes, servidores de archivo y más.

### **3.6.2 OpenLDAP**

OpenLDAP es una implementación gratuita y de recurso abierto del protocolo LDAP. Debido a que es una iteración común y gratuita disponible a todos, OpenLDAP algunas veces se le llama solo “LDAP”. Sin embargo, es más que solo el protocolo; es el software versión ligera de directorio LDAP.

### **3.6.3 Active Directory**

Active Directory (AD) es una base de datos y un conjunto de servicios que conectan a los usuarios con los recursos de red que necesitan para realizar su trabajo. Active Directory usa un almacén de datos estructurado como base para una organización jerárquica lógica de la información del directorio.

Este almacén de datos, también conocido como directorio, contiene información sobre los objetos de Active Directory. Estos objetos suelen incluir recursos compartidos como servidores, volúmenes, impresoras y cuentas de usuario y equipo de red.

### **3.6.4 Apache Directory Server**

ApacheDS es un servidor de directorio extensible e integrable completamente escrito en Java, que ha sido certificado como compatible con LDAPv3 por Open Group. Además de LDAP, es compatible con Kerberos 5 y el protocolo de cambio de contraseña. Ha sido diseñado para introducir triggers, procedimientos almacenados, colas y vistas al mundo de LDAP que carecía de estas ricas construcciones.

### **3.6.5 Red Hat Directory Server**

Red Hat Directory Server es un servidor compatible con LDAP que centraliza la identidad del usuario y la información de la aplicación. Proporciona un registro basado en red, independiente del sistema operativo, para almacenar configuraciones de aplicaciones, perfiles de usuario, datos de grupo, políticas e información de control de acceso.

## **3.7 Sistemas de archivos distribuidos**

“Un sistema de archivos distribuido o por sus siglas en inglés DFS, permite crear y almacenar un sistema de ficheros entre varios servidores del dominio. Un DFS resulta muy útil cuando se quiera compartir información entre varias redes y garantizar una alta disponibilidad de los datos” (Gómez, 2014, p.215).

Existen dos razones para utilizaría un DFS:

- Para almacenar sus datos de forma permanente en un almacenamiento secundario.
- Para distribuir la información de manera fácil y segura entre los usuarios y las aplicaciones.

### 3.8.1 Ceph

Ceph es una solución de almacenamiento que tiene un sistema de archivo propio que es el Ceph File System o CephFS, garantiza una flexibilidad en el soporte de almacenamiento, así como también una gran escalabilidad.

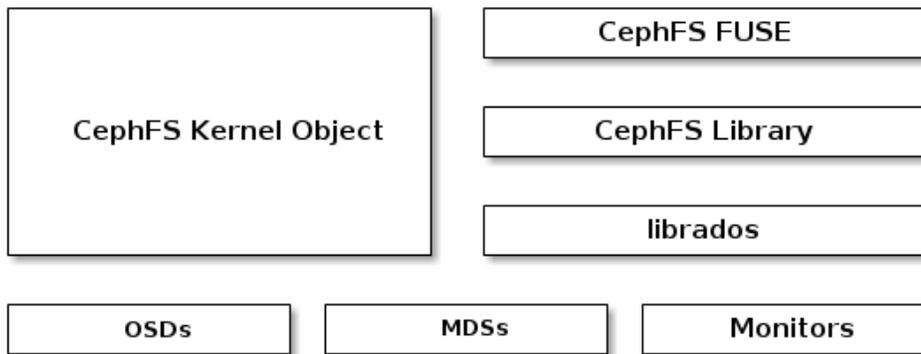


Figura 4. Mapa de componentes de Ceph, fuente: redhat.com

Según Ionos (2020) en un clúster de Ceph hay varios tipos de nodos que se clasifican según las tareas que realicen:

- **Nodos monitores:** monitorea el estado de cada uno de los nodos que conforman el clúster.
- **Administrador:** monitorea el estado de cómo se ocupa el espacio, de la carga que hay en el sistema y del nivel de cómo se ocupan los nodos.
- **Ceph OSD (Object Storage Device):** su tarea principal es de gestionar los archivos, tienen la responsabilidad del almacenamiento, la restauración de los datos y de la duplicación de dichos datos.

- **Servidor de metadatos (MDSs):** su tarea fundamental es de almacenar los metadatos ya sea rutas de almacenamiento, sellos de tiempo, entre otros, por el motivo del rendimiento.

### **3.8.2 GlusterFS**

Es otro sistema de archivos distribuido y puede ser escalable a nivel que reúnan unidades de almacenamiento de varios servidores en un sistema. Ya que está publicado con la licencia de GNU, GlusterFS es gratuito.

Unas de las características principales de GlusterFS es su escalabilidad que esto hace que se puedan añadir más nodos y bricks tantos como lo quiera el usuario, después de la instalación y configuración inicial; lo que conlleva a que el espacio de almacenamiento se pueda adaptar a los requisitos del usuario.

Otra característica es que cuando hay una avería no se pierden los datos y que lo guarda de forma redundante. (Ionos, 2020).

### **3.9 Hipervisores**

Joyanes (2022) afirma: Un hipervisor, conocido también como monitor de máquina virtual (VMM, Virtual Machine Monitor) es un software que crea y ejecuta máquinas virtuales, y que, además, aísla su propio sistema operativo y recursos. Cuando el sistema de hardware físico se usa como hipervisor, denomina host(anfitrión), y las múltiples máquinas virtuales que utiliza su recurso se denominan invitados o clientes (guest). El hipervisor permite que múltiples sistemas operativos compartan el mismo anfitrión y también gestiona o monitoriza la asignación de recursos físicos a los sistemas operativos virtuales (p.151).

El hipervisor se encarga de separar los recursos de la máquina virtual del sistema de hardware y de distribuirlos adecuadamente, facilitan la migración a la nube y también se encarga

de reducir los gastos de hardware y de aumentar la accesibilidad y la escalabilidad propias de la nube. (Stackscale, 2023)

### **3.7.1 Hipervisores Tipo 1**

Los hipervisores de tipo 1 o bare-metal, la ejecución se hace en el servidor, también se suele desplegar este tipo de hipervisores para necesidades de computación de centros de datos. Ofrecen un mejor rendimiento y son más eficientes que los hipervisores de tipo 2.

Entre los hipervisores de tipo 1 encontramos:

- KVM

Las máquinas virtuales basadas en el kernel son tecnología de virtualización open source que está integrada en Linux. Significa que pueden transformar a Linux en un hipervisor que permita que una máquina host pueda ejecutar varios entornos virtuales aislados que son las máquinas virtuales (Red Hat, 2022).

- VMWare vSphere

Es la plataforma de virtualización de VMware, realiza la transformación de los centros de datos a infraestructura de computación agregadas que incluye los recursos de redes, CPU y el almacenamiento. Hace la administración de estas infraestructuras como en un entorno operativo unificado y proporciona las herramientas para la administración de los centros de datos que participan en ese entorno.

### **3.7.2 Hipervisores Tipo 2**

Es también conocido como hipervisores alojados, se ejecuta como una capa de software por encima del sistema operativo de la máquina anfitriona

Entre los hipervisores de tipo 2 podemos mencionar:

- QEMU

Tiene capacidades de virtualización dentro de un sistema operativo ya sea en una distribución de Linux o en Windows. QEMU se puede ejecutar desde cualquier tipo de microprocesador o arquitectura.

El objetivo principal es que pueda emular un sistema operativo dentro de otro sistema operativo sin tener que hacer la repartición del disco duro y emplea para su ubicación cualquier directorio dentro de ese disco duro.

- VirtualBox

Es un software de virtualización que puede hacer la instalación de sistemas operativos conocidos como guests machine o sistemas invitados dentro de otro sistema operativo que se le conoce como host o anfitrión que cada uno de ellos tienen su ambiente virtual.

### **3.8 Administración de redes**

#### **3.8.1 Open vSwitch (OVS)**

En la computación en la Nube Open vSwitch es un conmutador de software multicapa, es ideal para máquinas virtuales. Fue diseñado para soportar el reparto a través de múltiples servidores físicos, además expone las interfaces de control y visibilidad a la capa de red virtual. Las tecnologías que se usan para la virtualización como KVM y VirtualBox pueden usar Open vSwitch sin ningún problema. (Linux Foundation, 2016).

La versión actual de Open vSwitch admite las siguientes funciones:

- Modelo VLAN 802.1Q estándar con puertos troncales y de acceso.
- Vinculación de NIC con o sin LACP en el conmutador ascendente.
- Configuración de QoS (calidad de servicio) además de vigilancia.

- Tunelización Geneve, GRE, VXLAN, STT, ERSPAN, GTP-U, SRv6, Bareudp y LISP.
- Gestión de fallos de conectividad 802.1ag.
- OpenFlow 1.0 más numerosas extensiones.
- Bases de datos de configuración transaccional con enlaces C y Python.
- Reenvío de alto rendimiento mediante un módulo del kernel de Linux.

Open vSwitch funciona correctamente en el espacio de usuario sin tener que depender del módulo del kernel, esa implementación de espacio de usuario es más fácil de actuar que el conmutador basado en el kernel. (Linux Foundation, 2016)

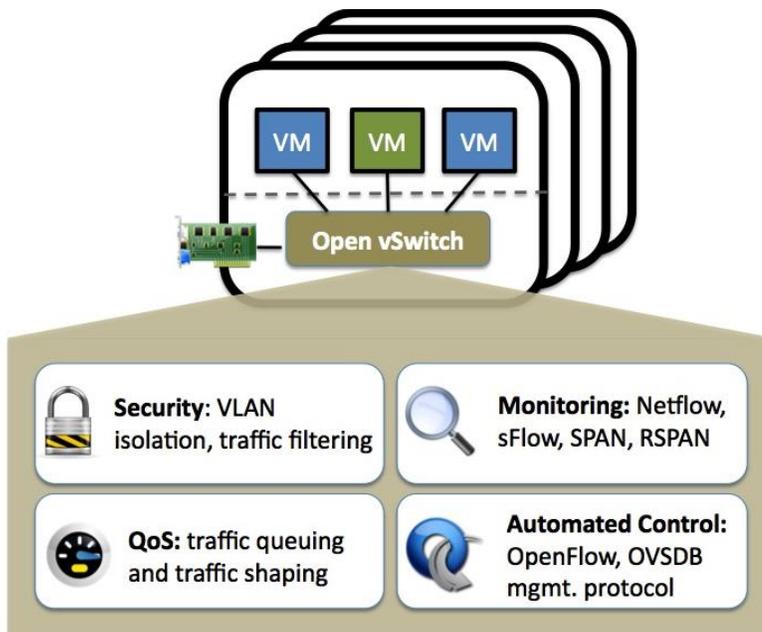


Figura 5. Estructura de Open vSwitch

### 3.8.2 PfSense

Es una distribución personalizada, gratuita y de código abierto de FreeBSD diseñada específicamente para su uso como firewall y enrutador que se administra completamente a través

de una interfaz web. Además de ser una plataforma de enrutamiento y firewall potente y flexible, incluye una larga lista de características relacionadas y un sistema de paquetes que permite una mayor capacidad de expansión sin agregar vulnerabilidades de seguridad potenciales a la distribución base (pfsense.org, 2023).

El proyecto pfSense está alojado y desarrollado por Rubicon Communications, LLC (Netgate).

### **3.8.3 OPNSense**

Es un software de código abierto, que está basado en FreeBSD se modificó para uso de enrutador y firewall; cuenta con un gestor de paquetes para poder ampliar sus funcionalidades que cuando el usuario elige un paquete el sistema en automático lo descarga e inicia la instalación (Wikipedia, 2023).

La siguiente lista muestra algunas funcionalidades que se incluyen en el sistema.

- Firewall.
- Traffic Shaper
- Traducción de Direcciones de Red
- Multi-WAN
- Alta disponibilidad y respaldo por falla de hardware (CARP)
- Balance de carga
- Sistema de detección y prevención de intrusos
- Soporte de VPN, que puede ser desarrollado en OpenVPN, IPsec y en PPTP
- Servidor DNS
- Portal Cautivo

- Servidor DHCP

### **3.9 Servicios de Escritorio Remoto**

Son software que esencialmente permite a los usuarios tomar control de una computadora remota o equipos virtuales, permitiendo de esta manera la administración o uso conectándose a estos y trabajando con ellos como si estuvieran en forma presencial, muchos de estos utilizando uno o varios de los protocolos como RDP, VNC o SSH.

Entre varios de los softwares que permite un servicio de escritorio remoto tenemos:

#### **3.9.1 Apache Guacamole**

Es un software libre, multiplataforma, ausente de un cliente para escritorio remoto, el cual trabaja mediante una puerta de enlace, el mismo no requiere un instalador solo un navegador web, el software es mantenido por la Apache Software Foundation (Wikipedia, 2023).

El acceso remoto se realiza a través del componente guacd, que utiliza los protocolos remotos RDP, VNC o SSH para acceder a los recursos.

#### **3.9.2 TeamViewer**

Según Wikipedia (2023) afirma: “TeamViewer es un software para el acceso remoto, así como para el control y el soporte en remoto de ordenadores y otros dispositivos finales”.

TeamViewer está disponible para todos los ordenadores de sobremesa con sistemas operativos convencionales.

Las conexiones entrantes y salientes se pueden establecer a través de Internet, así como de redes locales. Si se necesita, TeamViewer puede funcionar como un servicio del sistema de Windows, lo cual permite el acceso no supervisado a través de TeamViewer. También existe una

versión portátil del software que se ejecuta completamente sin instalación, por ejemplo, a través de un soporte de datos USB.

### **3.9.3 Rust Desk**

RustDesk es un software de acceso y control remoto, que permite el mantenimiento de computadoras y otros dispositivos. El cliente RustDesk está disponible para diferentes sistemas operativos (Wikipedia, 2023).

Entre sus características están, el Acceso remoto para múltiples sistemas operativos (Windows, Linux, macOS, iOS, Android), Cifrado de extremo a extremo, capacidad de instalar un Servidor auto hospedado, Transferencia de archivos, chat para comunicaciones integrado y permite trabajar mediante túneles TCP/IP.

### **3.9.4 UltraVNC**

Según Wikipedia (2023) afirma: “UltraVNC es software libre de escritorio remoto bajo Microsoft Windows mediante protocolo de comunicaciones VNC, que permite visualizar la pantalla de otra computadora (vía Internet u otra red) en la pantalla del usuario”.

## **4. Diseño Metodológico**

### **4.1 Modelo de investigación**

Este apartado permite conocer la metodología que se aborda para la creación de una infraestructura como servicio, que admita desplegar un prototipo de Laboratorio Virtual o Centro de Cómputo de Informática, basado en máquinas virtuales. Existen dos enfoques de investigaciones, una inspirada en el paradigma neopositivista y la otra en el paradigma interpretativo. Entre las perspectivas cuantitativa y cualitativa hablamos de dos <<tipos ideales>> de investigación, subrayando en parte por motivos didácticos que ambas tienen diferencias entre puntos de vista (Corbetta, 2007).

Para el desarrollo del prototipo, se llevó a cabo una investigación que siguió un enfoque metodológico cuantitativo en la recopilación de información. Este enfoque permitió identificar las viabilidades relacionadas con el modelo de investigación.

#### **4.1.1 Enfoque cuantitativo utilizado**

En la investigación cuantitativa, la relación está estructurada en fases que siguen una secuencia lógica, un planteamiento deductivo, es decir la teoría precede a la observación, orientada a la comprobación empírica de la teoría formulada previamente (Corbetta, 2007, p.41).

Ha sido necesario contar con un enfoque cuantitativo para la recopilación y análisis de la información. Esto se llevó a cabo a través de una encuesta cuantitativa más amplia, que permitió recopilar datos numéricos y estadísticas sobre aspectos como la disposición a adoptar la tecnología, las expectativas de rendimiento y la percepción de los beneficios potenciales. Este enfoque se caracteriza por privilegiar la lógica empírico-deductiva, a partir de procedimientos rigurosos y el uso de técnicas de recolección de datos estadísticos.

#### **4.1.2 Población educativa en estudio**

Se define muestreo como el procedimiento por el cual, de un conjunto de unidades que forman parte del objeto de estudio (Población), se elige un número reducido de unidades (Muestra) aplicando criterios que permitan generalizar los resultados obtenidos del estudio de la muestra de toda la población (Corbetta, 2007).

Se ha seleccionado el tipo de muestreo para la obtención de información de la investigación del proyecto, la cual se fundamenta en el muestreo subjetivo por decisión razonada. En este caso, las unidades de la muestra no se eligen usando procedimientos probabilísticos, sino en función de algunas de sus características. Este tipo de muestreo se emplea, cuando el tamaño de la muestra es muy limitado y se quieren evitar oscilaciones casuales que distancien excesivamente la muestra de las características de la población (Corbetta, 2007, p.288).

Por lo tanto, para el desarrollo de esta investigación, la población a considerar se refiere a docentes de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Sistemas Informáticos de la Universidad de El Salvador, los cuales serían beneficiados con la implementación de una solución como la propuesta. Esta elección se ha fundamentado en una serie de consideraciones clave que respaldan la relevancia y la idoneidad de esta población específica.

Los diez docentes de esta facultad seleccionados para el muestreo tienen un nivel de competencia técnica y conocimientos especializados que los hace particularmente aptos para comprender y aprovechar servicios de tecnología avanzada. Su familiaridad con la tecnología es una ventaja significativa, ya que facilita la adopción y el uso efectivo de servicios basados en la nube como DaaS.

### **4.1.3 Decisiones puntuales para el abordaje de la investigación**

En el proceso de planificación de esta investigación y el desarrollo del prototipo del proyecto de infraestructura cloud con Desktop as a Service (DaaS) en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de El Salvador, se tomaron una serie de decisiones clave que son fundamentales para un desarrollo exitoso. Estas decisiones son basadas en una cuidadosa consideración de las condiciones específicas de la institución y del contexto educativo.

- Se reconoce la importancia de evaluar las competencias de los docentes de la Facultad de Ingeniería en cuanto a tecnologías de información y comunicación.
- Se ha considerado el equipamiento tecnológico actual de los centros de cómputo de la Facultad para proponer alternativas tanto instruccionales como tecnológicas que se adapten a la infraestructura existente.
- Se evaluó el acceso a Internet y la cobertura en el área geográfica donde se encuentra la Facultad de Ingeniería para determinar la viabilidad de la implementación del modelo de infraestructura cloud.
- Se encuestó únicamente a docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, escuela de Sistemas Informáticos debido a que están altamente especializados en el campo de sistemas informáticos y dada la naturaleza tecnológica de nuestro prototipo y su enfoque en la informática, encuestar a docentes de esta escuela garantizó que los participantes tuvieran un conocimiento profundo y experiencia relevante en el área de estudio.

## **4.2 Diseño de la investigación y desarrollo**

### **4.2.1 Técnicas de recolección de datos utilizados**

La recopilación de datos se llevó a cabo exclusivamente a través de la técnica de encuestas. Esta técnica proporcionó un enfoque cuantitativo sistemático para obtener información específica de una muestra representativa de usuarios. La elección de la encuesta como instrumento de recolección de datos se basó en su capacidad para recopilar datos numéricos y estadísticas, lo que facilita el análisis cuantitativo de los resultados. A continuación, se describe en detalle la técnica utilizada:

#### **4.2.1.1 Encuestas**

Una encuesta por muestreo es un modo de obtener información: a) preguntando, b) a los individuos que son objetos de investigación, c) que forman parte de una muestra representativa, d) mediante un procedimiento estandarizado de cuestionario, e) con el fin de estudiar las relaciones existentes entre variables (Corbetta, 2007, p.146).

Dado que normalmente la población objeto del estudio está formada por un conjunto muy numeroso de sujetos, la imposibilidad de preguntarles a todos nos obliga a elegir una muestra sobre la que recopilar la información (Corbetta, 2007, p.147). subjetivo por decisión razonada

Por lo tanto, la encuesta se administró a un total de 10 docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Sistemas Informáticos. La selección de este grupo específico se efectuó subjetivamente luego de razonar su experiencia y conocimientos especializados en el ámbito de la informática y sistemas. La participación de estos docentes desempeñó un papel fundamental en la recopilación de datos, proporcionando insights valiosos para evaluar la viabilidad y aceptación de la propuesta del prototipo de infraestructura como servicio y Desktop as a Service (DaaS) en el entorno académico.

## **4.2.2 Tratamiento de la información recolectada**

Para la correcta interpretación de la información recopilada según la técnica de investigación utilizada los datos deben cumplir los siguientes principios:

- Ser validos
- Ser contrastados
- Ser equilibrados
- Ser fiables

## **4.2.3 Abordando las necesidades de información**

La necesidad de información debido a las limitantes como tiempo y plazos evidencia la carencia de esta, y sobre todo abordando un enfoque tecnológico poco común.

### ***4.2.3.1 Parámetros iniciales en cuanto a población de alumnado beneficiado***

Se han tomado en cuenta ciertos aspectos que ayudaron a identificar la población beneficiada:

1. Cantidad de estudiantes del sector público de nivel superior y haciendo énfasis en el alumnado de la carrera de sistemas informático de la Universidad de El Salvador.
2. Número de Materias que posiblemente puedan encontrar útil el uso de un laboratorio virtual, por el nivel de exigencia de la materia o carrera.
3. Densidad estudiantil por equipo de cómputo.
4. Disponibilidad de Acceso a Internet por alumno
5. Alfabetización Docente, en cuanto a Aulas Virtuales en línea

Sin dejar fuera cualquier otra información significativa para dimensionar el nivel de capacidad docente en el manejo de software especializado para la creación de aulas virtuales en línea, nivel de acceso a internet por el alumnado y capacidad para contar con un equipo

informático con software licenciado acorde a las necesidades de sus carrera, materias o contenido recibido.

#### **4.2.4 Implementación de un DaaS como herramienta para una institución pública superior, escuela de sistemas UES**

A continuación, se describe el hardware básico utilizado, para implementar un DaaS, como una herramienta para la realización del prototipo de Laboratorio de cómputo para la escuela de sistemas de la UES, describiendo la arquitectura, para la implementación de este.

#### **4.2.5 Componentes del modelo**

En la teoría de sistemas, un componente es un segmento que forma parte del engranaje global del sistema; en tal sentido que la suma todos los componentes es el sistema mismo (Kendall, 2011).

Entre los componentes que conforman un sistema, no solo están sus partes de hardware y software también son parte de estos componentes los actores que participan y su rol en este.

##### ***3.9.4.1 Componentes actores***

En este documento, se entenderá como un Componente actor, aquella persona que realiza un rol activo y participa en el ciclo de uso de un aula virtual de laboratorio DaaS, estos están agrupados en base a su rol y actividad: Actor Administrador, Actor Docente, Actor Alumno.

- **Actor Administrador:** Persona encargada de actividades de seguimiento, mantenimiento, control de índole tecnológico especializado, el encargado de que la infraestructura en la nube se encuentre en las condiciones adecuadas de uso, utilizando herramientas de Gestión y administración.

- **Actor Docente:** Son los profesores, catedráticos, maestros, que requieren impartir un contenido académico, curso, especialidad o materia y necesita que las practicas relacionadas sean desarrolladas en equipos informáticos especializados.
- **Actor Alumno:** Son el conjunto de alumnos vinculados a un aula virtual, los cuales por diferentes factores no cuentan con un equipo adecuado con las capacidades de hardware o software necesarios para poner en prácticas los conocimientos adquiridos.

#### ***3.9.4.2 Componentes Infraestructura Hardware***

Se requiere que exista una infraestructura en la nube, que sostenga la arquitectura DaaS implementada, escalable y configurada de tal manera que pueda dar el servicio. Esto corresponde a procesadores, capacidades de almacenamiento de disco, redes, capacidad de memoria, conexión a internet.

#### ***3.9.4.3 Componentes Tecnológico***

Es el listado de componentes informáticos utilizados, específicamente el software, para brindar la seguridad, administración, estadísticas de rendimiento y la misma ejecución del DaaS.

## 5. Factibilidades

Para el análisis de factibilidades, se realizará una comparativa de diferentes soluciones que toleran la implementación de una arquitectura en la Nube, y que cuenten con los diferentes componentes necesarios para la implementación de un DaaS enfocado en nuestro caso de estudio.

Para evitar un análisis Subjetivo, en la medida posible, se evaluarán las alternativas en una serie de puntos de factibilidades, distribuyéndose de la siguiente manera:

- Factibilidades tecnológicas o de servicios
- Factibilidad financiera
- Factibilidad de rendimiento

Entre el listado de soluciones a evaluar, tenemos las siguientes nubes más representativas en el mercado de servicios de infraestructura cloud:

- Amazon Web Services (AWS)
- Google Cloud Platform (GCP)
- Microsoft Azure
- OpenStack

## 5.1 Factibilidad Tecnológica o Servicios

Tabla 1  
Comparativa de Servicios

Servicio	OpenStack	AWS (Amazon Web Services)	Google Cloud	Azure (Microsoft Azure)
Capacidad crear y administrar instancia de máquinas virtuales				
	<b>Compute (Nova)</b>	<b>Compute (EC2)</b>	<b>Compute Engine</b>	<b>Virtual Machines</b>
Ofrece servicios de red como la creación y gestión de redes virtuales, subredes y enrutadores.				
	<b>Networking (Neutron)</b>	<b>Networking (VPC)</b>	<b>Virtual Private Cloud (VPC), Google Cloud CDN</b>	<b>Virtual Network, Azure CDN</b>
Proporciona almacenamiento en bloques para instancias de máquinas virtuales, mientras que ofrece almacenamiento de objetos escalable y distribuido.				
	<b>Storage (Cinder, Swift)</b>	<b>Storage (S3, EBS)</b>	<b>Google Cloud Storage</b>	<b>Azure Blob Storage, Azure VHDs</b>
Gestiona la autenticación y autorización de usuarios y servicios				
	<b>Identity (Keystone)</b>	<b>Identity and Access Management (IAM)</b>	<b>Identity Platform</b>	<b>Azure Active Directory (AAD)</b>
Permite el descubrimiento, registro y recuperación de imágenes de máquinas virtuales.				
	<b>Image Service (Glance)</b>	<b>AMI (Amazon Machine Image)</b>	<b>Google Cloud Storage</b>	<b>Azure Blob Storage, Azure VHDs</b>

<b>Servicio</b>	<b>OpenStack</b>	<b>AWS (Amazon Web Services)</b>	<b>Google Cloud</b>	<b>Azure (Microsoft Azure)</b>
-----------------	------------------	----------------------------------	---------------------	--------------------------------

Proporciona una interfaz gráfica para administrar y supervisar los recursos

---

**Dashboard**

(Horizon), **Management Console**      **Cloud Console**      **Azure Portal**

**Skyline**

---

Implementa un motor de orquestación para lanzar múltiples aplicaciones compuesta en la nube basada en plantillas.

---

<b>Heat</b>	<b>Orchestration (Cloud Formation)</b>	<b>Cloud Deployment Manager</b>	<b>Azure Resource Manager</b>
-------------	--	---------------------------------	-------------------------------

---

Autoría propia: La tabla 1 representa un comparativo de los diferentes servicios ofrecidos por las nubes públicas consideradas en el caso de estudio para la implementación del prototipo.

Cada uno de la infraestructura OpenStack, AWS, Azure, GCP tienen servicios similares donde la diferencia depende de la tarifa de uso o de los servicios consumidos. Muchos de estos componentes son escalables y poseen redundancia a nivel de respaldos.

A diferencia de OpenStack que es código abierto y sus implicaciones, la arquitectura de este permite su personalización a nivel de código, a nivel de arquitectura modular, o servicios de terceros. En diferencia con las nubes públicas vistas en la tabla 1, que solo permiten cierto nivel de personalización de terceros. Otra gran ventaja de OpenStack es la migración en caliente de instancias que se encuentra corriendo. Esta parte es esencial para aplicaciones que gestionan servicios críticos cuyo downtime (indisponibilidad) debe de ser cero.

## 5.2 Factibilidad económica

Partiendo de una estimación aproximada de los costos de implementación de nuestro prototipo en las 3 nubes más representativas del mercado, la siguiente tabla comparativa considera los servicios mínimos para poder llevar a cabo la ejecución del proyecto.

A continuación, se detallan los recursos de hardware mínimos para implementar el prototipo en un ambiente de producción.

Tabla 2  
*Recursos mínimos por cada máquina virtual requerida.*

<b>Equipo</b>	<b>Memoria RAM</b>	<b>vCPU</b>	<b>Almacenamiento</b>	<b>Distribución de SO</b>
<b>CephAdmin</b>	16 GB	4	1 x 256 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>CephMon</b>	16 GB	4	1 x 256 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>Ceph OSD 1</b>	8 GB	4	1 x 128 GB 1 x 512 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>Ceph OSD 2</b>	8 GB	4	1 x 128 GB 1 x 512 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>Ceph OSD 3</b>	8 GB	4	1 x 128 GB 1 x 512 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>Controller</b>	32 GB	8	1 x 256 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>Compute 1</b>	32 GB	8	1 x 128 GB 1 x 256 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>Compute 2</b>	32 GB	8	1 x 128 GB 1 x 256 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>OpenLDAP</b>	8 GB	4	1 x 128 GB	Ubuntu Server 20.04
<b>PFSense</b>	8 GB	2	1 x 128 GB	FreeBSD 12.3

Autoría propia: la tabla 2 representa los requerimientos de hardware y software necesario para lanzar a producción el prototipo.

Esta estimación está basada en la calculadora de precios que ofrecen las nubes públicas, considerando que se tomó como base componentes de uso general para un total de 730 horas mensuales.

Tabla 3  
*Comparativa de costo mensual y anual.*

<b>Plataforma</b>	<b>Precio Mensual</b>	<b>Precio Anual</b>
AWS	\$ 1,467.87	\$ 17,614.44
Azure	\$ 1,762.82	\$ 21,153.84
Google Cloud	\$ 1,666.17	\$ 19,994.04

Autoría propia: en la tabla 3 representa la estimación de costos de los recursos necesarios para poder implementar el prototipo en las diferentes nubes públicas.

En la tabla 3 se puede observar que el proveedor de servicios de infraestructura en la nube que tiene el menor costo para poder implementar la solución con una inversión inicial es Amazon Web Services.

A continuación, se detalla el requerimiento mínimo de hardware con el precio para poder implementar la infraestructura en un ambiente de producción en base a los recursos mínimos de cada instancia que la conforman.

Tabla 4  
*Requerimientos mínimos para la nube privada.*

<b>Nodo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Procesador</b>	<b>RAM (GB)</b>	<b>Almacenamiento</b>	<b>Precio</b>
CephAdmin	PowerEdge R450 Rack Server	Intel Xeon Silver 4309Y	16	480 GB SSD	\$3,940.42
CephMon	PowerEdge R450 Rack Server	Intel Xeon Silver 4309Y	16	480 GB SSD	\$3,940.42
Ceph OSD 1	PowerEdge R350 Rack Server	Intel Xeon E-2314	8	480 GB SSD 980 GB SSD	\$3,383.10
Ceph OSD 2	PowerEdge R350 Rack Server	Intel Xeon E-2314	8	480 GB SSD 980 GB SSD	\$3,383.10
Ceph OSD 3	PowerEdge R350 Rack Server	Intel Xeon E-2314	8	480 GB SSD 980 GB SSD	\$3,383.10
Controller	PowerEdge R750xs Rack Server	Intel Xeon Silver 4310	32	480 GB SSD	\$4,459.11
Compute 1	PowerEdge R750xs Rack Server	Intel Xeon Silver 4310	32	480 GB SSD	\$4,459.11
Compute 2	PowerEdge R750xs Rack Server	Intel Xeon Silver 4310	32	480 GB SSD	\$4,459.11
OpenLDAP	PowerEdge R350 Rack Server	Intel Xeon E-2314	8	1 TB HDD	\$1,975.88

PFSense	PowerEdge R350 Rack Server	Intel Xeon E-2314	8	1 TB HDD	\$1,975.88
<b>Total</b>					<b>\$35,359.23</b>

Autoría propia: la tabla 4 representa las especificaciones técnicas de Hardware mínimos para implementar el prototipo en una nube privada.

La facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador (UES) ya cuenta con un Micro Data Center en donde se podrá implementar la infraestructura de nube privada, por ese motivo no se ha presupuestado el costo del resto de componentes requeridos (Campos, 2022). El costo de mantenimiento se estima de \$1,500 y se realizará una vez al año. Dando un total de **\$36,859.23**.

Tabla 5  
*Comparativa de precios de nubes públicas y nube privada durante 5 años*

Plataforma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
AWS	\$17,614.44	\$35,228.88	\$52,843.32	\$70,457.76	\$88,072.20
Azure	\$21,153.84	\$42,307.68	\$63,461.52	\$84,615.36	\$105,769.20
Google Cloud	\$19,994.04	\$39,998.08	\$59,982.12	\$79,976.16	\$99,970.20
OpenStack	\$36,859.23	\$38,359.23	\$39,859.23	\$41,359.23	\$42,859.23

Autoría propia: la tabla 5 representa una estimación aproximada de costos anuales generados por una calculadora disponible en cada nube.

En la tabla 5 se puede observar la diferencia de los costos sobre la implementación de nuestro prototipo en las diferentes nubes públicas y en la nube OpenStack. La implementación del prototipo en OpenStack genera un costo alto en el primer año en comparación a las nubes públicas, en cambio, ya desde el segundo año la nube de OpenStack presenta costos menores.

Con base a lo anterior, para un proyecto a largo plazo la implementación de nuestro prototipo en la nube de OpenStack sería más rentable en comparación si se implementase en las nubes públicas como *AWS*, *Microsoft Azure* y *Google Cloud*.

### 5.3 Factibilidad de rendimiento

Tabla 6  
*Análisis de rendimiento en nubes públicas*

<b>OpenStack</b>	<b>AWS (Amazon Web Services)</b>	<b>Google Cloud</b>	<b>Azure (Microsoft Azure)</b>
Disponibilidad hasta 99,99%.	Adopta un enfoque global en cuestión de minutos.	Datos y análisis serios y potentes.	Admitir la planificación de la capacidad

---

Autoría propia: La tabla 6 muestra el rendimiento de las nubes públicas.

## 6. Desarrollo de la solución

### 6.1 Análisis y diseño

La estructura delineada en la sección de metodología y los resultados destacados en la sección de factibilidad arrojaron una clara tendencia hacia la implementación de tecnologías de código abierto (opensource). Esta elección se justifica por las ventajas evidentes que ofrecen estas soluciones en términos de flexibilidad, personalización y eficiencia.

Considerando el enfoque de estudio del presente trabajo que es crear centros de cómputo virtuales basado en el modelo Desktop as a Service de infraestructura cloud. Se implementó un prototipo en la nube que permite a partir de condiciones establecidas, aprovisionar a los usuarios de máquinas virtuales, utilizando los servicios:

- OpenStack
- Hipervisor KVM
- Ceph
- Servicios de gestión de comunicación.
- MariaDB

El prototipo estará compuesto como se muestra en el siguiente diagrama de componentes:

## 6.2 Arquitectura

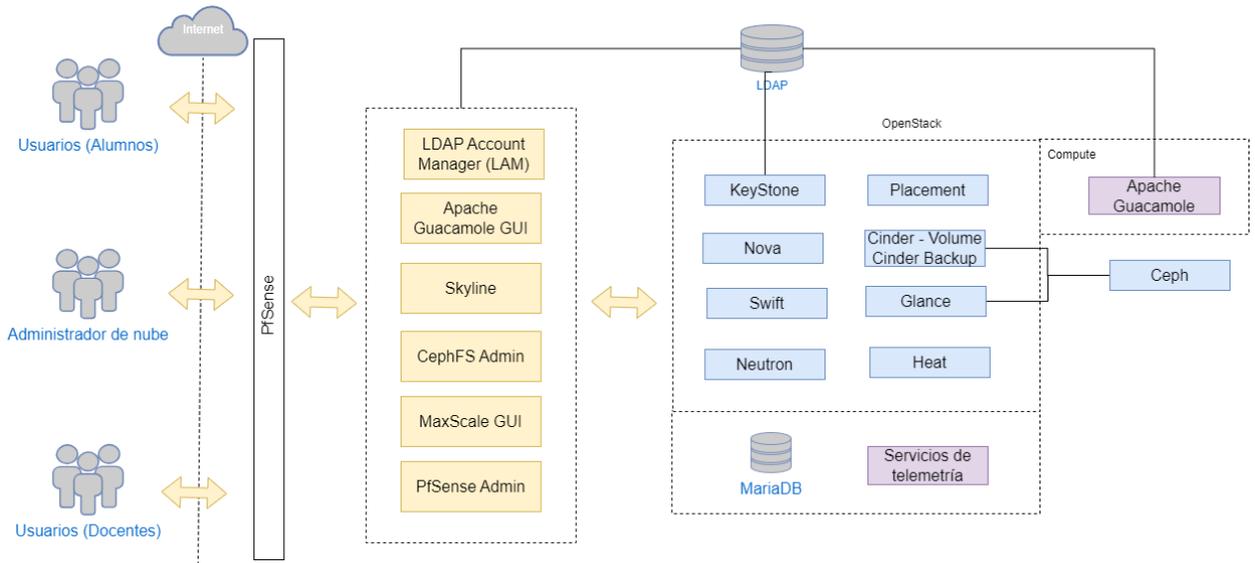


Figura 6. Diagrama de componentes del prototipo

Las herramientas y servicios utilizados en el desarrollo del prototipo son las que se describen a continuación:

**OpenStack:** Provee las interfaces de programación de aplicaciones que permiten la orquestación eficiente de recursos para la creación tanto de máquinas virtuales como de contenedores en una red unificada, proporcionando los servicios necesarios en el despliegue de la infraestructura en la nube.

**Apache Guacamole:** Brinda a los usuarios acceso remoto a máquinas virtuales instanciadas desde OpenStack, el acceso a estas máquinas asignadas a los usuarios puede ser desde el navegador web.

**OpenLDAP:** Permite la autenticación de usuarios mediante el almacenamiento de sus credenciales, como nombres de usuario y contraseñas, y también la asignación de roles y permisos a través de grupos y atributos de usuarios.

**PfSense:** Se ha utilizado como firewall y enrutador de red. Tiene un buen nivel de seguridad y capacidad para administrar el tráfico de red de manera eficiente. Lo anterior mencionado ha sido útil para optimizar el flujo de datos en la red y garantizar un acceso eficiente a las máquinas virtuales en el laboratorio además de proporcionarle seguridad.

**CephFS:** Ha sido utilizado como parte del prototipo debido a las características que lo hacen adecuado para la gestión de almacenamiento y tolerancia a fallos. Mediante las técnicas de replicación y distribución de datos Ceph ha garantizado la disponibilidad continua incluso en caso de fallos de hardware o nodos compute.

**NextCloud:** Se hizo uso de esta aplicación de código abierto para alojar archivos multimedia en la nube, con la finalidad de tenerlos disponibles en cualquier momento para los docentes o administrador de la infraestructura.

## 6.2.1 Topología de Red

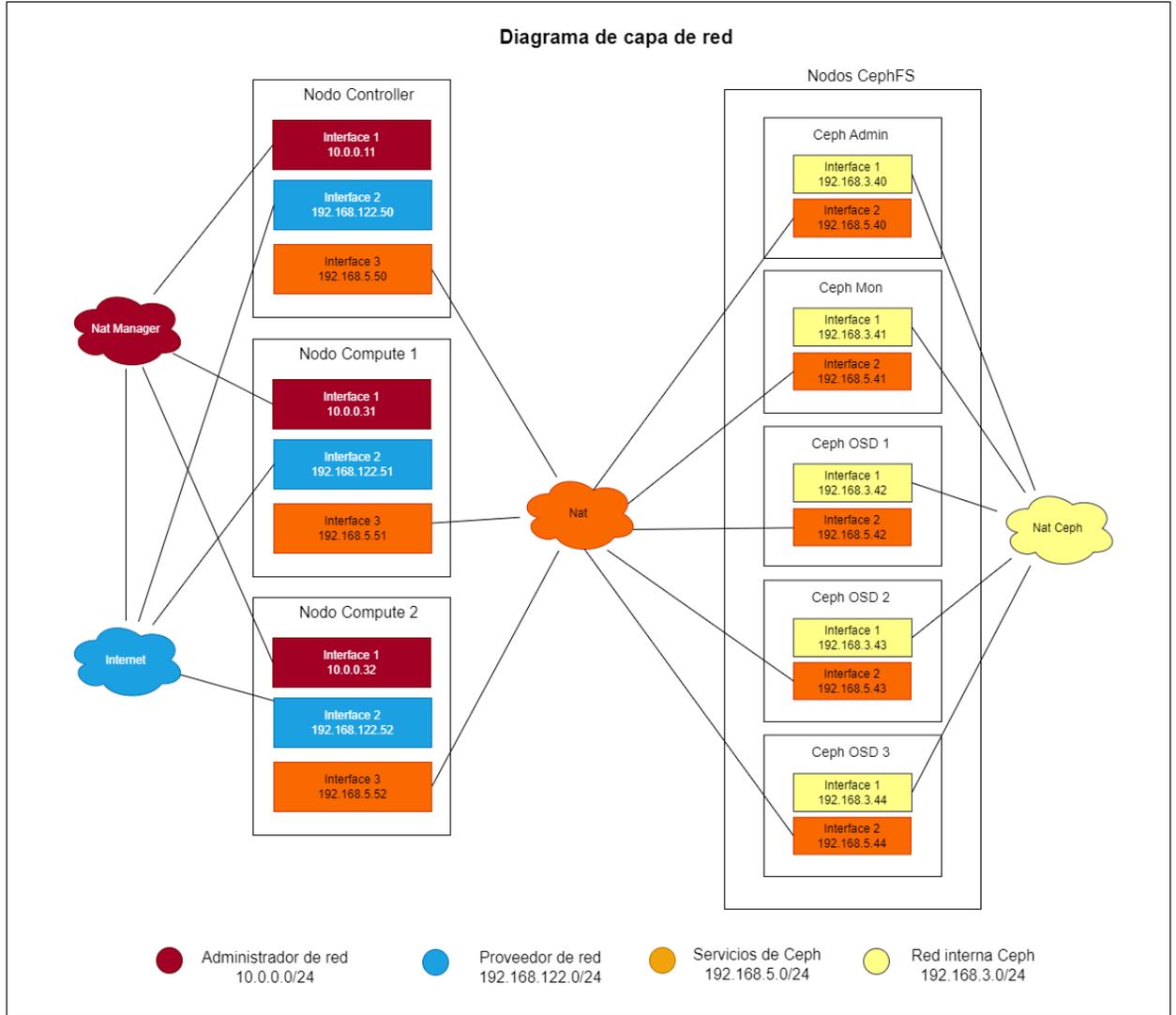


Figura 7. Diagrama de capa de red de laboratorio virtual.

**Administrador de red de OpenStack:** Es la red que está configurada de forma privada y tiene comunicación con todos los nodos de OpenStack en la nube.

**Proveedor de red de OpenStack:** Red externa, que se encargará de dar acceso al exterior de la infraestructura de la nube, es decir, esta es la red pública.

**Proveedor de servicios de Ceph:** Es la red que dará acceso al exterior a la infraestructura de Ceph.

**Red interna de Ceph:** Es la red interna privada para comunicación entre los nodos. Esta deberá conectarse a través de un puente con la red del KVM de las máquinas virtuales.

### 6.3 Construcción de la solución

El prototipo es un entorno de Laboratorio Virtual de Informática basado en el modelo Desktop as a Service (DaaS) en una infraestructura en la nube. Su propósito es facilitar a docentes, tutores y estudiantes un entorno de aprendizaje versátil y accesible. Los usuarios con un rol específico pueden aprovisionar máquinas virtuales, realizar prácticas de laboratorio y colaborar de forma remota.

Se preparó nuestro entorno de virtualización el cual está conformado por 9 máquinas virtuales, creadas a través del hipervisor KVM. Estas máquinas virtuales han sido sobre las cuales se ha preparado la solución a la problemática planteada.

A continuación, se detallan los requerimientos mínimos de las máquinas virtuales creadas:

Tabla 7  
*Requerimientos mínimos de las máquinas virtuales KVM/QEMU*

Equipo	RAM MiB	vCPU	Interfaz de Red	Disco Duro GiB
<b>Ceph</b>				
<b>Ceph-admin</b>	4096	2	2	40
<b>Ceph-mon</b>	4096	2	2	40
				40 (Disco 1)
<b>Ceph-osd1</b>	2048	1	2	50 (Disco 2)
				100 (Disco 3)
				40 (Disco 1)
<b>Ceph-osd2</b>	2048	1	2	50 (Disco 2)
				100 (Disco 3)

				40 (Disco 1)
<b>Ceph-osd3</b>	2048	1	2	50 (Disco 2) 100 (Disco 3)
<b>OpenStack</b>				
<b>Controller</b>	8192	2	3	50 (Disco 1) 60 (Disco 2)
<b>Compute1</b>	8192	2	3	75 (Disco 1) 50 (Disco 2)
<b>Compute2</b>	8192	2	3	75 (Disco 1) 50 (Disco 2)
<b>Firewall</b>				
<b>PfSense</b>	2048	1	2	20
<b>OpenLDAP</b>				
<b>OpenLDAP</b>	2048	1	2	25

Autoría propia: La tabla 7 muestra cada una de las máquinas virtuales implementando un Sistema Operativo (OS) Ubuntu 20.04 mínima con un servicio SSH.

## 6.5 Pruebas de funcionalidad del Prototipo

Este apartado contiene las evidencias de las funcionalidades de cada uno de los servicios y componentes integrados para la solución del prototipo planteado en el caso de estudio.

Se requirieron las siguientes máquinas virtualizadas en KVM / QEMU

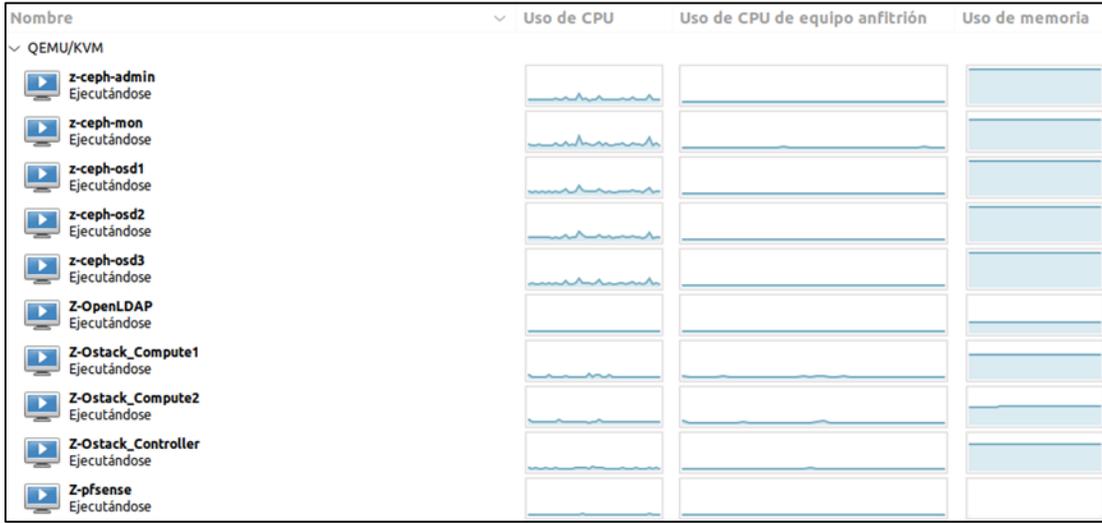


Figura 8. Máquinas Virtuales requeridas en KVM/QEMU

Se realizaron las configuraciones correspondientes de cada uno de los servicios integrados a OpenStack, la siguiente figura muestra los servicios UP como indicador que todo está funcionando.

```

root@controller:/repositorio# openstack network agent list
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| ID | Agent Type | Host | Availability Zone | Alive | State | Binary |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 151e9798-9d8e-40e5-a517-4b9eac0f4c06 | Linux bridge agent | controller | None | (-) | UP | neutron-linuxbridge-agent |
| 22bb4fe-3d79-4d5c-8db1-f6a4b166a237 | Linux bridge agent | compute2 | None | (-) | UP | neutron-linuxbridge-agent |
| 339c8844-d360-4884-b8b5-6c2aca691ff7 | L3 agent | controller | nova | (-) | UP | neutron-l3-agent |
| 7d5423d0-f7c8-44fc-8baf-9609a2aadbd5 | Linux bridge agent | compute1 | None | (-) | UP | neutron-linuxbridge-agent |
| a5be7c37-324d-4988-bb0e-52aa51af282b | DHCP agent | controller | nova | (-) | UP | neutron-dhcp-agent |
| clb249a6-b8eb-4f6e-a171-dade14ce4cf0 | Metadata agent | controller | None | (-) | UP | neutron-metadata-agent |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
root@controller:/repositorio#

```

Figura 9. Servicios de OpenStack

CephFS ha sido integrado con OpenStack para tener mayor capacidad de almacenamiento y volumen.

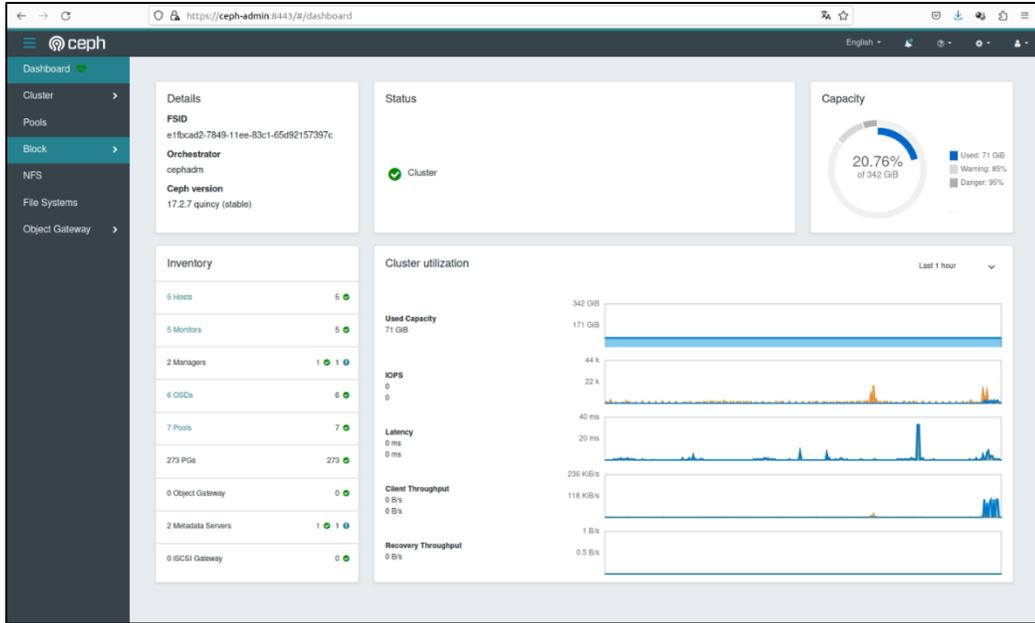


Figura 10. Integración de OpenStack con CephFS

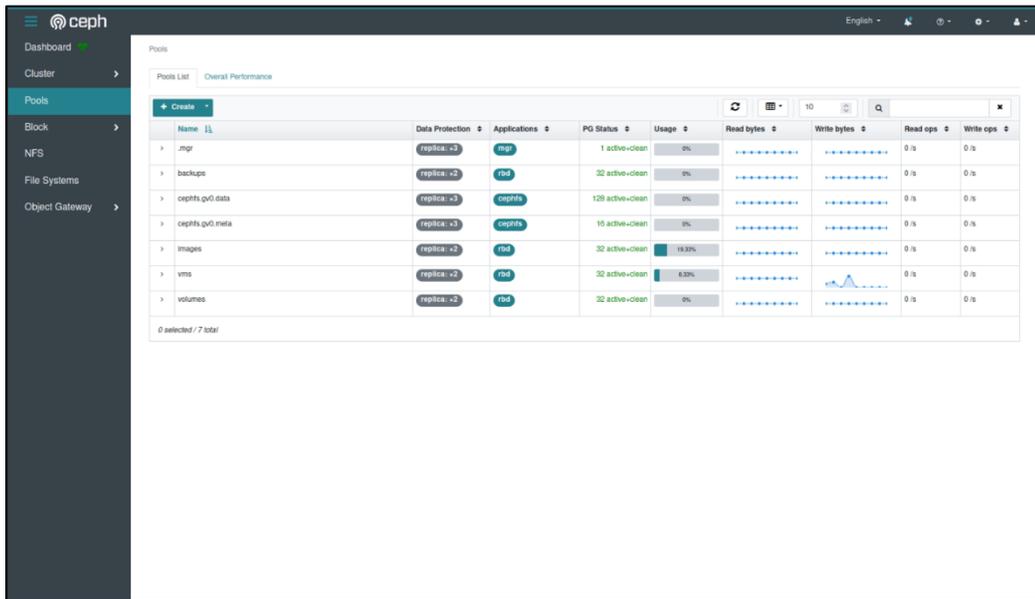


Figura 11. Lista de Pool disponibles en CephFS

Se instaló el Dashboard de Horizon para la visualización de los componentes de OpenStack de modo que sea más amigable para los usuarios al momento de realizar procesos básicos en OpenStack.

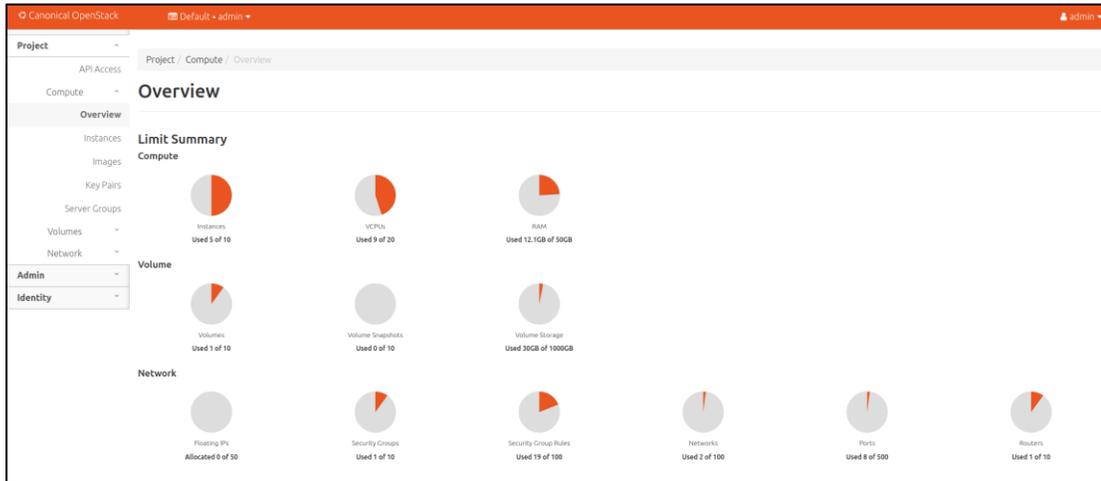


Figura 12. Dashboard-Horizon desplegado

The screenshot shows the 'Instances' page in the OpenStack Horizon dashboard. It displays a table with 5 items. The table has the following columns: Instance Name, Image Name, IP Address, Flavor, Key Pair, Status, Availability Zone, Task, Power State, Age, and Actions.

Instance Name	Image Name	IP Address	Flavor	Key Pair	Status	Availability Zone	Task	Power State	Age	Actions
windows10	win10_desktop	192.168.122.195	maquina_rdp1	windowskey	Active	us-east-1-nova	None	Running	1 week, 1 day	Create Snapshot
ubuntu22_desktop	ubuntu22_desktop	192.168.122.164	maquina_rdp	ubuntuRDPkey	Active	us-east-1-nova	None	Running	1 week, 2 days	Create Snapshot
apache_guacamole	ubuntu20_ssh	192.168.122.163	m2.guacamole	guacamolekey	Active	us-east-1-nova	None	Running	1 week, 6 days	Create Snapshot
ubuntu22_ssh	ubuntu22_ssh	192.168.122.167	m2.ubuntu_terminal	ubuntu22_ssh	Active	us-east-1-nova	None	Running	1 week, 6 days	Create Snapshot
cirros	cirros	192.168.122.166	m1.nano	cirroskey	Shutoff	us-east-1-nova	None	Shut Down	2 weeks, 2 days	Start Instance

Figura 13. Lista de Instancias lanzadas en OpenStack

La siguiente Figura muestra el listado de imágenes almacenadas en CephFS que también se pueden visualizar en OpenStack.

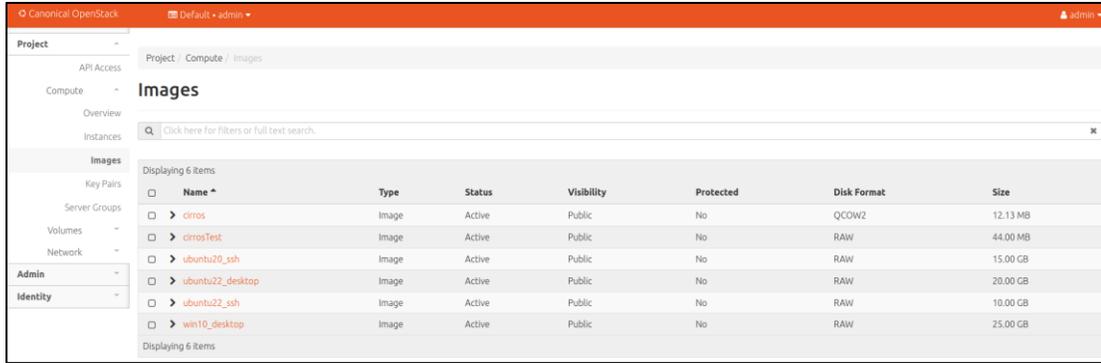


Figura 14. Lista de imágenes almacenadas

Se instaló Apache Guacamole para el acceso remoto y en la siguiente figura se muestra desplegado en el navegador web.



Figura 15. Apache Guacamole

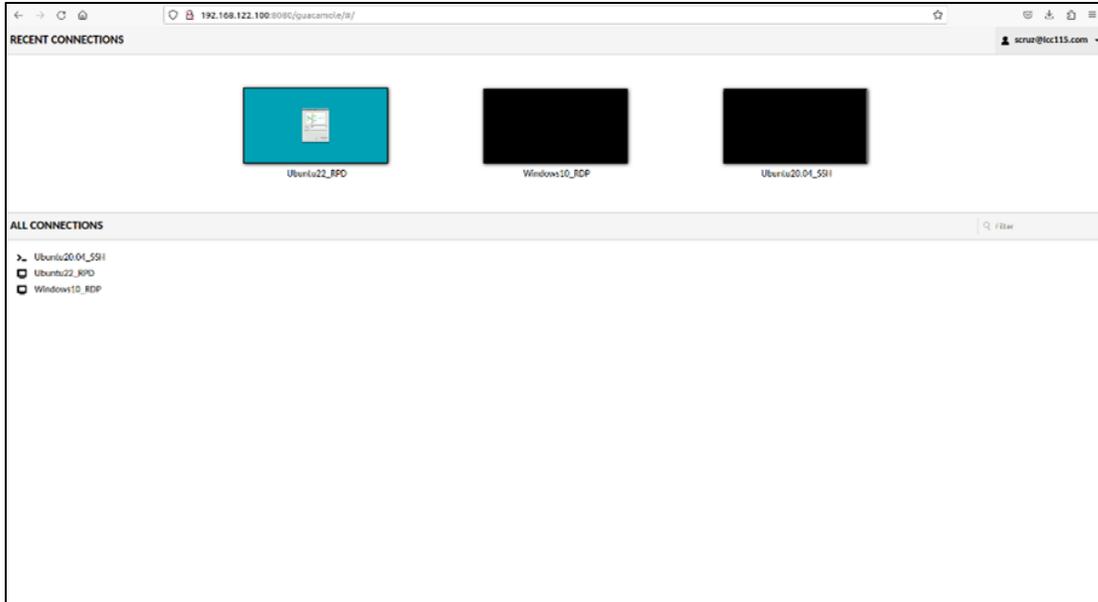


Figura 16. Vista de máquinas virtuales corriendo desde Apache Guacamole

Para la integración de todos los componentes que hacen posible desplegar máquinas virtuales a través de apache guacamole se realizaron archivos .bash que nos permiten gestionar los usuarios configurados en OpenLDAP y también la gestión de grupos y accesos a máquinas virtuales.

```

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO UN SERVICIO PARA CREACION DE LABORATORIO VIRTUAL PARA FACULTADES UNIVERSITARIAS
-----
GESTOR DE LABORATORIO VIRTUAL

Menú Principal:
1. Administración OpenStack
2. Administración OpenLDAP
0. Salir

Seleccione una opción: █
  
```

Figura 17. Menú principal

```

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO UN SERVICIO PARA CREACION DE LABORATORIO VIRTUAL PARA FACULTADES UNIVERSITARIAS
-----
Desea crear una imagen en OpenStack? (y|n)(Y|N)
█
  
```

Figura 18. Automatización para creación de imágenes

```
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO UN SERVICIO PARA CREACION DE LABORATORIO VIRTUAL PARA FACULTADES UNIVERSITARIAS
-----
Desea crear una instancia para OpenStack? (y|n)(Y|N)
```

Figura 19. Automatización para creación de Instancias

```
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO UN SERVICIO PARA CREACION DE LABORATORIO VIRTUAL PARA FACULTADES UNIVERSITARIAS
-----
GESTOR DE OPENLDAP

Menú Principal:
1. Administrar usuarios
2. Administrar acceso a MV
0. Salir

Seleccione una opción: █
```

Figura 20. Gestión de permisos / accesos en OpenLDAP

## 7. Análisis de Resultados

### 7.1 Análisis Cuantitativo

En esta sección, se examinó a detalle las respuestas a cada pregunta de la encuesta, observando las tendencias y patrones emergentes. Estos datos cuantitativos nos han proporcionado una visión clara de cómo nuestra comunidad de docentes percibe la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube.

La encuesta se realizó del 16 al 22 de octubre de 2023, dirigida a los docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Sistemas Informáticos en la Universidad de El Salvador, a través de una encuesta de Google. Los resultados de las 10 personas que la completaron fueron los siguientes:

### Pregunta 1:

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización?



Todos los encuestados (100%) respondieron que consideran que la implementación sería beneficiosa. Esto indica un alto grado de aceptación y percepción positiva hacia la implementación de un laboratorio virtual en la nube en su área de especialización.

### Pregunta 2:

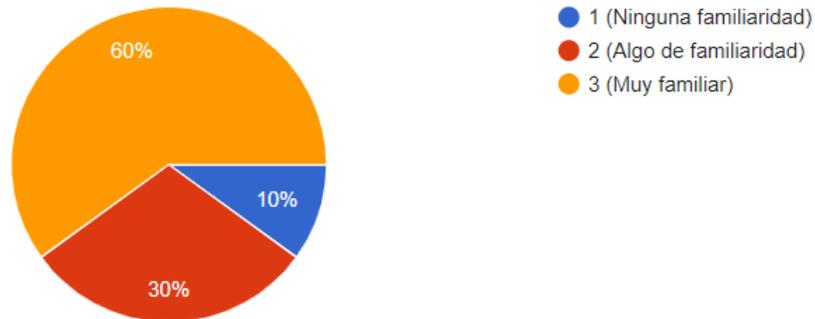
¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes?



Todos los encuestados (100%) respondieron "Muy dispuesto". Esto refleja una alta disposición y entusiasmo hacia la utilización de un laboratorio virtual en la nube en sus actividades docentes.

**Pregunta 3:**

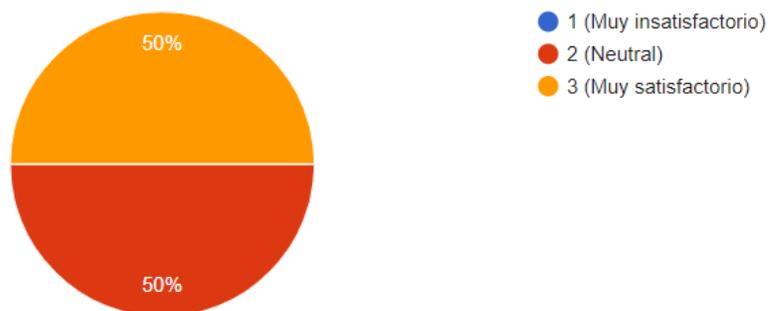
¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)?



La mayoría de los encuestados (60.0%) indicaron que son "Muy familiares" con estos conceptos, mientras que un 30.0% respondió que tiene "Algo de familiaridad". Esto sugiere que la mayoría de los encuestados tiene un conocimiento sólido de IaaS y DaaS, lo que podría facilitar la adopción de la infraestructura en la nube.

**Pregunta 4:**

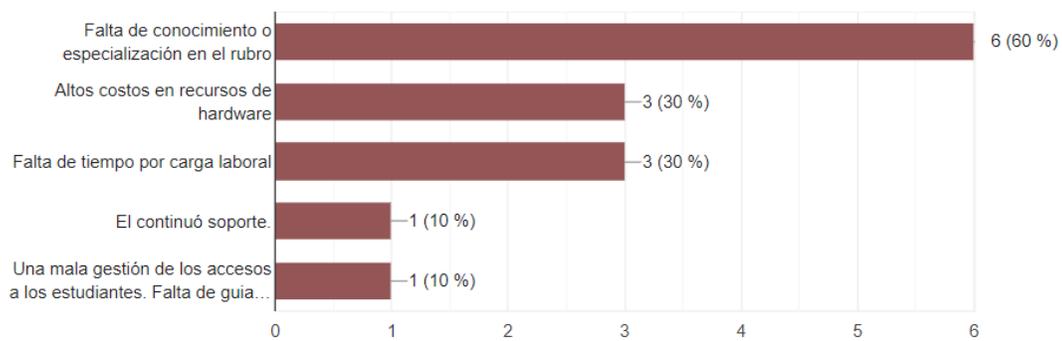
En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general:



El 50.0% de los encuestados calificó su experiencia como "Muy satisfactoria", mientras que el otro 50.0% la calificó como "Neutral". Esto indica que de 10 encuestados al menos 5 de ellas ha tenido una experiencia positiva en caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado.

### **Pregunta 5:**

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización?



La principal preocupación citada por el 60.0% de los encuestados es la "Falta de conocimiento o especialización en el rubro". Esto destaca la importancia de proporcionar capacitación y recursos de apoyo para abordar esta preocupación.

### **Pregunta 6:**

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?



Las características que obtuvieron una alta preferencia (60.0%) incluyen: "Una interfaz simple e intuitiva", "Gran Capacidad de Máquinas virtuales", "Velocidad y Fluidez de Uso", "Capacidad de Personalización". Esto proporciona pautas claras para el diseño del laboratorio virtual.

#### **Pregunta 7:**

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

Los comentarios adicionales expresados revelan una receptividad positiva hacia la iniciativa del laboratorio virtual en la nube. Sin embargo, también se destacan algunas inquietudes y consideraciones clave por parte de los encuestados.

Se observa un interés generalizado en la importancia del soporte continuo, destacando la necesidad de garantizar la innovación constante en el desarrollo del laboratorio. Esto sugiere una conciencia acerca de la necesidad de mantener el sistema actualizado y adaptable a medida que evolucionan las necesidades tecnológicas.

En resumen, mientras que hay un reconocimiento positivo de la iniciativa, las respuestas adicionales señalan áreas clave de atención, como la importancia de recursos educativos estructurados y la planificación detallada para garantizar el éxito y la aceptación del laboratorio virtual en la nube.

## 7.2 Conclusión de los resultados

- Los docentes encuestados demostraron una alta disposición y percepción positiva hacia la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su entorno educativo.
- La familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS) entre los docentes sugiere un nivel de conocimiento que podría facilitar la implementación.
- Se identificaron desafíos potenciales, incluyendo la falta de conocimiento o especialización en el rubro, altos costos en recursos de hardware y limitaciones de tiempo debido a la carga laboral.
- Las sugerencias adicionales recopiladas en el estudio destacan la importancia de proporcionar un sólido soporte, capacitación y una planificación estratégica adecuada durante la fase de implementación. Esto es esencial para garantizar una transición fluida y efectiva hacia el laboratorio virtual.
- Es relevante subrayar que las respuestas variadas de los docentes en cuanto a los desafíos y preocupaciones indican la necesidad apremiante de abordar la falta de conocimiento o especialización en el ámbito de la informática en la nube. Esto subraya la importancia de brindar recursos educativos y apoyo continuo para garantizar el éxito de la implementación.

## 8. Conclusiones

La presente investigación se enfocó en el desarrollo de un prototipo destinado a evaluar la viabilidad de implementar una arquitectura en la nube que satisfaga los requisitos esenciales de un laboratorio basado en DaaS, utilizando soluciones de código abierto. Los objetivos específicos del prototipo se centraron en la creación de un entorno básico, la construcción de una arquitectura DaaS de bajo coste, la implementación de componentes de seguridad, la creación de servicios de almacenamiento y la introducción de un sistema de autenticación para la administración de usuarios.

Por lo tanto, se concluye lo siguiente:

- El prototipo logra con éxito la creación de un entorno básico funcional, sentando las bases operativas para futuras mejoras y expansiones específicas para la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
- La arquitectura DaaS implementada en el prototipo destaca por su eficiencia económica, asegurando que pueda sostener un aula de laboratorio sin incurrir en costos excesivos, cumpliendo así con la premisa de proporcionar acceso a entornos tecnológicamente especializados de manera asequible.
- El servicio de autenticación a través de OpenLDAP en el prototipo establece un marco sólido para la administración de usuarios, proporcionando un acceso seguro y controlado al laboratorio virtual.

Por otro lado, el análisis de factibilidad para la implementación del proyecto en producción destaca la importancia de una inversión inicial sustancial como base para el éxito

operativo y la excelencia en la entrega de servicios, construyendo una base sólida para la implementación del laboratorio virtual.

Además, se concluye que la investigación y desarrollo del prototipo de laboratorio virtual destaca la importancia de adoptar servicios innovadores para mejorar la calidad y accesibilidad del aprendizaje de la informática. La combinación de servicios en la nube, virtualización y el modelo DaaS demuestra ser una solución eficaz para abordar los desafíos actuales y futuros en el ámbito educativo y tecnológico.

## 9. Recomendaciones

Considerando la creación del entorno básico funcional, se recomienda una evaluación continua y optimización del prototipo. Esto implica la identificación de posibles áreas de mejora y la implementación de nuevas funcionalidades que puedan enriquecer la experiencia del usuario y satisfacer necesidades específicas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Dado el énfasis en la eficiencia económica de la arquitectura DaaS, se sugiere realizar una evaluación periódica de costos y recursos. Esto permitirá garantizar que el modelo de bajo coste pueda mantenerse en el tiempo y escalar según las demandas, asegurando la sostenibilidad y accesibilidad a largo plazo.

Con el objetivo de facilitar la adopción del laboratorio virtual, se recomienda desarrollar guías detalladas y programas de capacitación para usuarios finales, docentes y administradores. Esto garantizará una transición suave y eficiente hacia la implementación completa de la infraestructura.

Realizar auditorías regulares de seguridad para detectar posibles vulnerabilidades. Además, la incorporación de nuevas capas de seguridad o actualizaciones puede fortalecer aún más la protección de datos sensibles.

Se recomienda explorar continuamente nuevas tendencias y enfoques educativos que puedan integrarse en el laboratorio virtual, mejorando así la calidad y relevancia de la enseñanza.

## 10. Referencias bibliográficas

Kavis, M. (2014). *Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Services Models*. Wiley: New Jersey Canadá.

Corbetta, P. (2007). *Metodología y Técnicas de Investigación Social*. McGraw-Hill: Madrid España.

Gómez, J. (2014). *Administración de sistemas operativos*. RA-MA: Madrid España.

Joyanes, L. (2022). *Computación en la nube: Estrategias de Cloud Computing en organizaciones y empresas*. Alfaomega: México.

Kendall, J.K. (2011). *Análisis y diseño de sistemas*. Pearson: México.

IONOS (2020, July 30). *Ceph – Una práctica solución de almacenamiento para empresas de cualquier tamaño*. Recuperado de ionos:

<https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-ceph/>

IONOS (2020, July 29). *GlusterFS | Descripción del sistema de archivos distribuidos*. Recuperado de ionos: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-glusterfs/>

Linux Foundation (2016). *Open vSwitch*. Recuperado de openvswitch: <https://www.openvswitch.org/>

RedHat (2023, agosto 4). *¿Qué es la IaaS?* Recuperado de RedHat <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-iaas>

RedHat (2022, mayo 11). *¿Qué son las KVM?* Recuperado de RedHat <https://www.redhat.com/es/topics/virtualization/what-is-KVM>

Einagrafic. (10 de abril de 2019). Historia de Cloud Computing. Recuperado de <https://einatec.com/blog/historia-cloud-computing/>

VMware, Inc. (2023). *¿Qué es el escritorio como servicio (DaaS)?* Recuperado de <https://www.vmware.com/es/topics/glossary/content/desktop-as-a-service.html>

Red Hat. (3 de enero de 2023). *¿Cómo funcionan las redes públicas?* Recuperado de RedHat: <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-public-cloud>

Stackscale (2023, February 17). *Hipervisores: definición, tipos y soluciones.* Recuperado de StackScale: <https://www.stackscale.com/es/blog/hipervisores/>

Foundation, T. A. (2023). *Apache Guacamole Manual. Apache Guacamole,* Recuperado de Guacamole: <https://guacamole.apache.org/doc/gug/>

Colaboradores de Wikipedia. (2022). *Protocolo ligero de acceso a directorios.* Recuperado de Wikipedia La Enciclopedia Libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_ligero\\_de\\_acceso\\_a\\_directorios](https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_ligero_de_acceso_a_directorios)

B.V., D. (2023). *OPNsense's documentation.* Recuperado de OPNsense: <https://docs.opnsense.org/>

Gilfillan, I. (julio de 2023). *MariaDB Server Documentation.* Recuperado de MariaDB Foundation: <https://mariadb.org/wp-content/uploads/2023/07/MariaDBServerKnowledgeBase.pdf>

Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski. (2011). Cloud computing. En J. B. Rajkumar Buyya, Cloud computing: Principles and Paradigms (págs. 10-12). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Publication.

Red Hat. (28 de mayo de 2019). *¿Qué es una infraestructura de nube?.* Recuperado de: <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-cloud-infrastructure>

Oracle (2023). ¿Qué es SaaS (Software como servicio)?. Recuperado de:  
<https://www.oracle.com/mx/applications/what-is-saas/>

Red Hat. (31 de enero de 2023). Cloud computing. Recuperado de:  
<https://www.redhat.com/es/topics/cloud>

Wikipedia, C. (22 de enero de 2023). Wikipedia.org. OpenStack. Recuperado de  
Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/OpenStack>

OpenStack. (2023). [openstack.org](https://www.openstack.org). OpenStack Services. Recuperado de [openstack:](https://www.openstack.org/software/project-navigator/openstack-components#openstack-services)  
<https://www.openstack.org/software/project-navigator/openstack-components#openstack-services>

Campos, A. M. (19 de septiembre de 2022). Transformación digital de la UES  
avanzará en un 65 por ciento este año. Recuperado de:  
<https://www.ues.edu.sv/blog/post/transformacion-digital-de-la-ues-avanzara-en-un-65-por-ciento-este-ano>

Pfsense (2023). [pfsense.org](https://www.pfsense.org). Descripción general de pfSense. Recuperado de:  
<https://www.pfsense.org/about-pfsense/>

Wikipedia, C. (01 de octubre de 2023). Wikipedia.org. OPNsense. Recuperado de:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/OPNsense>

Wikipedia, C. (08 de octubre de 2023). Wikipedia.org. Apache Guacamole.  
Recuperado de: [https://en.wikipedia.org/wiki/Apache\\_Guacamole](https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_Guacamole)

Wikipedia, C. (19 de junio de 2023). Wikipedia.org. TeamViewer. Recuperado de:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/TeamViewer>

Wikipedia, C. (14 de noviembre de 2023). Wikipedia.org. RustDesk. Recuperado de:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/RustDesk>

Wikipedia, C. (21 de mayo de 2023). Wikipedia.org. UltraVNC. Recuperado de:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/UltraVNC>

Google Cloud Wikipedia, C. (2023) ¿Qué es la arquitectura de la nube?. Recuperado de: <https://cloud.google.com/learn/what-is-cloud-architecture?hl=es-419>

## **11. Anexos**

**Anexo 1. Encuesta**

**Anexo 2. Encuestas Recopiladas**

**Anexo 3. Low Level Design (LLD)**

## **Anexo 1. Encuesta**

**Universidad de El Salvador**

**Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Escuela de Ingeniería de Sistemas Informáticos**

### **Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube**

#### **Pregunta 1:**

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización?

1 (En desacuerdo)

2 (Neutral)

3 (De acuerdo)

#### **Pregunta 2:**

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes?

1 (Nada dispuesto)

2 (Neutral)

3 (Muy dispuesto)

#### **Pregunta 3:**

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)?

1 (Ninguna familiaridad)

2 (Algo de familiaridad)

3 (Muy familiar)

**Pregunta 4:**

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general:

1 (Muy insatisfactorio)

2 (Neutral)

3 (Muy satisfactorio)

**Pregunta 5:**

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización?

Falta de conocimiento o especialización en el rubro

Altos costos en recursos de hardware

Falta de tiempo por carga laboral

Otra

**Pregunta 6:**

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

Una interfaz simple e intuitiva

Gran capacidad de máquinas virtuales

Velocidad y fluidez de uso

Gestión de seguridad

Capacidad de personalización

Alta disponibilidad

Otra

**Pregunta 7:**

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

Enlace: <https://forms.gle/b9RcMnDkhVk7RZPm9>

## Anexo 2. Encuestas Recopiladas

### Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: .....

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad
- Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

.....

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

## Encuesta 2

# Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: .....

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad
- Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

.....

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

## Encuesta 3

# Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: .....

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad
- Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

Excelente iniciativa .....

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

## Encuesta 4

### Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado  al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: El continuó soporte.

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad
- Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

Que se de el soporte necesario así como la innovación constante.  
.....

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

## Encuesta 5

### Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: .....

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

Una interfaz simple e intuitiva

Gran Capacidad de Maquinas virtuales

Velocidad y Fluidez de Uso

Gestión de Seguridad

Capacidad de Personalización

Alta disponibilidad

Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

.....

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

## Encuesta 6

### Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral

Otro:

Una mala gestión de los accesos a los estudiantes. Falta de guías o prácticas de laboratorio para los estudiantes.

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad

Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

Estoy familiarizado con la implementación de servicios en la nube y considero que seria de mucha utilidad para los estudiantes. Esto también implica realizar guías de laboratorio y prácticas guiadas.

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

## Encuesta 7

# Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: .....

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad
- Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

.....

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

## Encuesta 8

# Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: .....

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad
- Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

Considero que las prácticas virtuales son de gran ayuda para tener una experiencia cercana a los problemas cotidianos por ejemplo Google en sus cursos cuenta con este tipo de laboratorios

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formulario

## Encuesta 9

# Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: .....

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad

Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

Antes de implementar un laboratorio virtual de informática en la nube considerar en la planificación los objetivos, para identificar los recursos necesarios, además brindar seguridad de los datos, implementando políticas de respaldo cada cierto tiempo.

.....

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

## Encuesta 10

### Formulario de Evaluación para un Laboratorio Virtual de Informática en la Nube

Este formulario tiene como objetivo recopilar información relevante para la evaluación de un prototipo de un Laboratorio Virtual de Informática en la nube, como parte de un proyecto académico. Sus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y expectativas de los usuarios y a garantizar que el proyecto se alinee de manera efectiva con los objetivos educativos.

Agradecemos su participación y comentarios.

Se ha registrado el correo del encuestado

al enviar este formulario.

En una escala del 1 al 3, ¿En qué medida considera que la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube sería beneficioso para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en su área de especialización? \*

- 1 (En desacuerdo)
- 2 (Neutral)
- 3 (De acuerdo)

¿Qué tan dispuesto estaría a utilizar un laboratorio virtual de informática en la nube en sus actividades docentes? \*

- 1 (Nada dispuesto)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy dispuesto)

¿Cuál es su nivel de familiaridad con los conceptos de infraestructura como servicio (IaaS) y Desktop as a Service (DaaS)? \*

- 1 (Ninguna familiaridad)
- 2 (Algo de familiaridad)
- 3 (Muy familiar)

En caso de haber utilizado un laboratorio virtual en el pasado, califique su experiencia en términos de satisfacción general: \*

- 1 (Muy insatisfactorio)
- 2 (Neutral)
- 3 (Muy satisfactorio)

¿Cuáles son los desafíos o preocupaciones que podría tener respecto a la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube en su área de especialización? \*

- Falta de conocimiento o especialización en el rubro
- Altos costos en recursos de hardware
- Falta de tiempo por carga laboral
- Otro: .....

¿Qué características específicas le gustaría ver en un laboratorio virtual que se adapten mejor a sus necesidades como docente?

- Una interfaz simple e intuitiva
- Gran Capacidad de Maquinas virtuales
- Velocidad y Fluidez de Uso
- Gestión de Seguridad
- Capacidad de Personalización
- Alta disponibilidad
- Otro: .....

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional relacionado con la implementación de un laboratorio virtual de informática en la nube?

Deberían de detallar qué tipo de actividades esperarían realizar/aprender en este laboratorio virtual  
.....

Este formulario se creó en Universidad de El Salvador.

Google Formularios

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**DOCUMENTO DE DISEÑO DE BAJO NIVEL**

**LOW LEVEL DESIGN DOCUMENT**

---

**PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO  
PARA CREACIÓN DE LABORATORIO VIRTUAL PARA  
FACULTADES UNIVERSITARIAS**

**Versión 1.0**

**Octubre de 2023**

## Contenido

1.	Proceso de Instalación OpenStack .....	1
2.	Heat en OpenStack.....	3
2.1	Configuraciones adicionales necesarias para la Orchestration .....	4
2.1.1	Configuración de componentes de Heat en el nodo controller .....	5
2.2	Plantillas para hacer Stacks .....	5
3.	Apache Guacamole en Ubuntu 20.04 .....	6
3.1	Herramientas de compilación necesarias .....	6
3.1.1	Ejecutar el servidor Guacamole .....	8
3.1.2	Instalar el servlet Tomcat.....	9
3.2	Configuración del cliente Guacamole en Ubuntu 20.04 .....	9
3.2.1	Descargar binario Guacamole-cliente.....	10
3.2.2	Configurar Apache Guacamole en Ubuntu 20.04.....	10
3.2.3	Configurar las conexiones del servidor Guacamole .....	10
3.2.4	Configurar el método de autenticación de guacamole.....	11
3.2.5	Accediendo a Apache Guacamole desde Explorador .....	13
4.	Instalar MYSQL 8 en Ubuntu 20.04.....	13
4.1	Instalación segura de MySQL 8.....	13
4.1.1	Comprobando la versión de MySQL instalada.....	14
5.	Autenticación de la Base de Datos de Guacamole.....	17
5.1	Crear base de datos de Guacamole y usuario de base de datos.....	17
1.1.1	Instalar la extensión de autenticación de base de datos Guacamole .....	18
1.1.2	Configurar la autenticación de la base de datos MySQL de Guacamole.....	19
6.	Instalar OpenLDAP en Ubuntu 20.04 LTS.....	20
6.1	Configuración inicial.....	20

1.1.1	Instalando el software necesario .....	21
7.	Configurar instancias para permitir Autenticación con OpenLDAP .....	25
7.1	Ubuntu 20 SSH.....	25
7.1.1	Realizar ajustes en los archivos de configuración .....	27
7.1.2	Actualizar NSS y configurar PAM para que utilicen LDAP.....	28
7.1.3	Comprobar que funciona el inicio de sesión.....	30
7.2	Ubuntu 20 RDP .....	30
7.3	Windows10 RDP.....	32
8.	Sincronizar OpenLDAP con Apache Guacamole (Parte I).....	35
8.1	Configurar el registro OpenLDAP en Ubuntu 20.04 .....	35
8.2	Crear cuentas de usuario OpenLDAP .....	37
8.3	Crear OpenLDAP BIND DN .....	40
8.4	Permitir el servicio OpenLDAP en el firewall .....	40
9.	Sincronizar OpenLDAP con Apache Guacamole (Parte II) .....	41
9.1	Instalar la extensión LDAP Guacamole .....	41
9.2	Configure el servidor OpenLDAP para autenticación de guacamole .....	41
9.2.1	Crear esquema OpenLDAP de guacamole .....	41
9.2.2	Configurar Guacamole para la autenticación OpenLDAP.....	42
9.2.3	Verificar la autenticación de Guacamole OpenLDAP.....	43
10.	Procesos Básicos de OpenLDAP .....	43
10.1	Añadir un usuario .....	43
10.1.1	Recuperar información del usuario .....	44
10.1.2	Borrar entradas del Directorio .....	45
11.	CephFS (Admin, Monitor, OSD).....	45
11.1	Especificaciones .....	45

11.2	Configuración en los nodos .....	45
11.2.1	Configuración en el nodo Ceph-admin .....	46
11.2.2	Configuración de los nodos Ceph-mon y Ceph-osds.....	47
11.3	Configuración de Ceph para OpenStack .....	50
11.3.1	Configuración en los nodos compute.....	50
11.3.2	Configuración en el nodo Ceph-admin .....	51
11.3.3	Configuración de clientes OpenStack Ceph .....	51
11.4	Configurar OpenStack para usar Ceph .....	54
11.5	Configuración de Nova.....	55
12.	Automatización de procesos .....	57
12.1	Gestor de opciones del menú.....	57
12.2	Gestor de OpenStack .....	58
12.3	Gestor de OpenLDAP.....	62

# 1. Proceso de Instalación OpenStack

El Sistema Operativo que se utilizó es Ubuntu server 20.04 minimal y la versión de OpenStack es Yoga.

Nombre	NIC1 (NAT)	CPU	RAM (MB)	Disco (GB)	NIC
Controller	192.168.122.50	2	8192	1 x 150	2
Compute1	192.168.122.51	2	8192	1 x 90 1 x 25	2
Compute2	192.168.122.52	2	8192	1 x 90 1 x 25	2

Referencias: <https://docs.openstack.org/install-guide/>

Listar los network agent

openstack network agent list

```
vane@controller:~$ openstack network agent list
```

ID	Agent Type	Host	Availability Zone	Alive	State	Binary
21a773dd-8346-4aa0-97af-046d031eb476	Linux bridge agent	compute2	None	::)	UP	neutron-linuxbridge-agent
57af3ec3-ac71-4bb8-93a8-da446f09daf0	L3 agent	controller	nova	::)	UP	neutron-l3-agent
73d04f6e-89af-4a16-a475-ce8fc88f20f1	DHCP agent	controller	nova	::)	UP	neutron-dhcp-agent
8bd998a-791e-453b-88f4-6a6521f553eb	Linux bridge agent	controller	None	::)	UP	neutron-linuxbridge-agent
c639a094-8830-4021-84e5-7c12d407ea0a	Linux bridge agent	compute1	None	::)	UP	neutron-linuxbridge-agent
fe255ab6-1fc1-4ba6-bdb0-c2b1a003befa	Metadata agent	controller	None	::)	UP	neutron-metadata-agent

Listar los servicios de volúmenes

openstack volume service list

```
vane@controller:~$ openstack volume service list
```

Binary	Host	Zone	Status	State	Updated At
cinder-scheduler	controller	nova	enabled	up	2023-10-28T22:35:16.000000
cinder-volume	compute1@lvm	nova	enabled	down	2023-10-11T08:06:29.000000
cinder-volume	compute2@lvm	nova	enabled	down	2023-10-11T08:06:39.000000
cinder-backup	compute2	nova	enabled	down	2023-10-28T21:09:43.000000
cinder-backup	compute1	nova	enabled	down	2023-10-28T21:10:16.000000
cinder-volume	compute1@ceph	nova	enabled	down	2023-10-28T21:10:17.000000
cinder-volume	compute2@ceph	nova	enabled	down	2023-10-28T21:09:44.000000

Listar las imágenes

```
glance image-list
```

```
vane@controller:~$ glance image-list
```

ID	Name
75242434-87ae-49ca-b44a-0381b3c401a1	prueba
13e6f267-16d9-469f-a6be-c6dcf6344623	ubuntu_ssh

Verificación de instalación de placement

```
sudo placement-status upgrade check
```

```
vane@controller:~$ sudo placement-status upgrade check
```

[sudo] password for vane:

```
Upgrade Check Results
```

Check: Missing Root Provider IDs
Result: Success
Details: None
Check: Incomplete Consumers
Result: Success
Details: None
Check: Policy File JSON to YAML Migration
Result: Success
Details: None

Listar los servicios de nova

```
openstack compute service list
```

```
vane@controller:~$ openstack compute service list
```

ID	Binary	Host	Zone	Status	State	Updated At
ebf5f81e-dbd5-43cd-b158-3aa69d48686b	nova-scheduler	controller	internal	enabled	up	2023-10-28T22:54:45.000000
c12c3d37-ab7b-4ef2-a51c-7cd3427451a1	nova-conductor	controller	internal	enabled	up	2023-10-28T22:54:37.000000
097c34ea-5c86-4f31-81c7-87de29ac00af	nova-compute	compute1	nova	enabled	up	2023-10-28T22:54:36.000000
0b66cd97-6c97-4f32-aefb-d3871c425139	nova-compute	compute2	nova	enabled	up	2023-10-28T22:54:39.000000

## 2. Heat en OpenStack

Para iniciar con esta instalación es necesario crear una base de datos y conectarse con la base de datos del servidor como usuario root. Deber asegurarse de sustituir las contraseñas de acceso a la base de datos en los siguientes comandos:

```
mysql -u root -p
CREATE DATABASE heat.
GRANT ALL PRIVILEGES ON heat.* TO 'heat'@'localhost' \
IDENTIFIED BY 'admin123';
GRANT ALL PRIVILEGES ON heat.* TO 'heat'@'%' \
IDENTIFIED BY 'admin123';
```

Ejecute el comando Exit para salirse de la base de datos:

Acceder a las credenciales de administrador para obtener acceso a los comandos CLI:

```
. admin-openrc
```

Se debe crear un usuario al que le asociaremos el rol de admin:

```
openstack user create --domain default --password-prompt heat
```

Le pedirá establecer una contraseña, y luego ejecute la siguiente línea:

```
openstack role add --project service --user heat admin
```

A continuación, se crean las entidades heat y heat-cfn

```
openstack service create --name heat \
--description "Orchestration" orchestration
openstack service create --name heat-cfn \
--description "Orchestration" cloudformation
```

Crear los API endpoints

```
openstack endpoint create --region RegionOne \
orchestration public http://controller:8004/v1/%(tenant_id)s
openstack endpoint create --region RegionOne \
orchestration internal http://controller:8004/v1/%(tenant_id)s
```

```
openstack endpoint create --region RegionOne \  
  orchestration admin http://controller:8004/v1/%(tenant_id)s  
openstack endpoint create --region RegionOne \  
  cloudformation public http://controller:8000/v1  
openstack endpoint create --region RegionOne \  
  cloudformation internal http://controller:8000/v1  
openstack endpoint create --region RegionOne \  
  cloudformation admin http://controller:8000/v1
```

## 2.1 Configuraciones adicionales necesarias para la Orchestration

Se crea un dominio para Heat

```
openstack domain create --description "Stack projects and users" heat
```

Crear el usuario **heat\_domain\_admin** para la gestión de proyectos y agregar el rol y dominio al usuario creado.

```
openstack user create --domain heat --password-prompt heat_domain_admin  
openstack role add --domain heat --user-domain heat --user heat_domain_admin admin
```

Se crea un nuevo rol llamado **heat\_stack\_owner**

```
openstack role create heat_stack_owner
```

Asociar el role anterior al proyecto demo, para habilitar la gestión de stack para el usuario demo y crear un role que permita gestionar el stacking en la interfaz.

```
openstack role add --project demo --user demo heat_stack_owner  
openstack role create heat_stack_user
```

Debe asegurar que tenga creado el proyecto y el usuario demo para poder asociar el rol al usuario correcto.

## 2.1.1 Configuración de componentes de Heat en el nodo controller

Se instaló el paquete siguiente:

```
apt-get install heat-api heat-api-cfn heat-engine
```

Las configuraciones del archivo `/etc/heat/heat.conf` se definieron de la siguiente manera:

```
GNU nano 4.8 /etc/heat/heat.conf
[DEFAULT]
transport_url = rabbit://openstack:admin123@controller
heat_metadata_server_url = http://controller:8000
heat_waitcondition_server_url = http://controller:8000/v1/waitcondition
stack_domain_admin = heat_domain_admin
stack_domain_admin_password = admin123
stack_user_domain_name = heat

[database]
connection = mysql+pymysql://heat:admin123@controller/heat
#
# From oslo.log
#
# If set to true, the logging level will be set to DEBUG instead of the default
# INFO level. (boolean value)
# Note: This option can be changed without restarting.
#debug = false
```

```
GNU nano 4.8 /etc/heat/heat.conf
# Check the presence of a file based on a port to determine if an application
# is running on a port. Expects a "port:path" list of strings. Used by
# DisableByFilePortsHealthcheck plugin. (list value)
#disable_by_file_paths =

[keystone_authtoken]
www_authenticate_uri = http://controller:5000
auth_url = http://controller:5000
memcached_servers = controller:11211
auth_type = password
project_domain_name = default
user_domain_name = default
project_name = service
username = heat
password = admin123

[trustee]
auth_type = password
auth_url = http://controller:5000
username = heat
password = admin123
user_domain_name = default

[clients_keystone]
auth_url = http://controller:5000
#
# From keystonemiddleware.auth_token
#
# Complete "public" Identity API endpoint. This endpoint should not be an
# "admin" endpoint, as it should be accessible by all end users.
# Unauthenticated clients are redirected to this endpoint to authenticate.
```

Sincronizar la base de datos creada y reiniciar los servicios

```
su -s /bin/sh -c "heat-manage db_sync" heat
service heat-api restart
service heat-api-cfn restart
service heat-engine restart
```

## 2.2 Plantillas para hacer Stacks

Se ha utilizado archivos `.yml` para la creación de plantillas, la siguiente es la que se utilizó para hacer el stacking de una instancia que utiliza Ubuntu 20.04 como imagen.

```
GNU nano 4.8 demo-tenplate.yml
heat_template_version: 2023-10-15
description: Launch a basic instance with CirrOS image using the
            "m6.ubuntu" flavor, "mykeyheat" key, and one network.

parameters:
  NetID:
    type: string
    description: Network ID to use for the instance.

resources:
  server:
    type: OS::Nova::Server
    properties:
      image: cirros
      flavor: m6.ubuntu
      key_name: mykeyheat
      networks:
        - network: { get_param: NetID }

outputs:
  instance_name:
    description: Name of the instance.
    value: { get_attr: [ server, name ] }
  instance_ip:
    description: IP address of the instance.
    value: { get_attr: [ server, first_address ] }
```

### 3. Apache Guacamole en Ubuntu 20.04

#### 3.1 Herramientas de compilación necesarias

Para instalar Apache guacamole en Ubuntu 20.04, se debe compilar desde el código fuente. Por lo tanto, esto requirió que se instalara las herramientas de compilación necesarias antes de poder comenzar a compilar el componente del servidor guacamole.

```
./configure --with-systemd-dir=/etc/systemd/system/
```

Para construir guacamole-server, se ha descargado el último archivo fuente tarball desde la página de lanzamientos de Guacamole. Guacamole 1.5.3 es la última versión al momento de desarrollar este proyecto:

```
wget https://downloads.apache.org/guacamole/1.5.3/source/guacamole-server-1.5.3.tar.gz
```

Una vez finalizada la descarga, se extrajo el archivo tar de origen.

```
tar xzf guacamole-server-1.5.3.tar.gz
```

En el directorio del código fuente del servidor guacamole:

```
cd guacamole-server-1.5.3
```

Se ha ejecutado `---configure-- script` para comprobar si falta alguna dependencia requerida y adaptar el servidor Guacamole al sistema.

```
./configure --with-systemd-dir=/etc/systemd/system/
```

Para obtener más opciones de configuración, ejecutamos `./configure --help`.

```
-----  
guacamole-server version 1.4.0  
-----
```

Library status:

```
freerdp2 ..... yes  
pango ..... yes  
libavcodec ..... yes  
libavformat..... yes  
libavutil ..... yes  
libssh2 ..... yes  
libssl ..... yes  
libswscale ..... yes  
libtelnet ..... yes  
libVNCServer ..... yes  
libvorbis ..... yes  
libpulse ..... yes  
libwebsockets ..... yes  
libwebp ..... yes  
wsock32 ..... no
```

Protocol support:

```
Kubernetes .... yes  
RDP ..... yes  
SSH ..... yes  
Telnet ..... yes  
VNC ..... yes
```

Services / tools:

```
guacd ..... yes  
guacenc .... yes  
guaclog .... yes
```

FreeRDP plugins: /usr/lib/x86\_64-linux-gnu/freerdp2

Init scripts: no

Systemd units: /etc/systemd/system/

Type "make" to compile guacamole-server.

Compile e instale Guacamole Server en Ubuntu 20.04.

```
make
```

```
make install
```

A continuación, ejecute ldconfig comando para crear los enlaces y el caché necesarios para las bibliotecas compartidas más recientes que se encuentran en el directorio del servidor guacamole.

```
ldconfig
```

### 3.1.1 Ejecutar el servidor Guacamole

Inicie y habilite guacd (Guacamole Daemon) para que se ejecute en el arranque después de la instalación.

```
systemctl enable --now guacd
```

Se realizó la comprobación del estado

```
systemctl status guacd
```

- guacd.service - Guacamole Server

Loaded: loaded (/etc/systemd/system/guacd.service; enabled; vendor preset: enabled)

Active: active (running) since Sat 2022-04-09 07:51:36 EAT; 2s ago

Docs: man:guacd(8)

Main PID: 21478 (guacd)

Tasks: 1 (limit: 2318)

```
Memory: 9.8M
```

```
CGroup: /system.slice/guacd.service
```

```
└─21478 /usr/local/sbin/guacd -f
```

```
Elb 09 07:51:36 koromicha systemd[1]: Started Guacamole Server.
```

```
Elb 09 07:51:36 koromicha guacd[21478]: Guacamole proxy daemon (guacd)
```

```
version 1.4.0 started
```

```
Elb 09 07:51:36 koromicha guacd[21478]: guacd[21478]: INFO:    Guacamole  
proxy daemon (guacd) version 1.4.0 started
```

```
Elb 09 07:51:36 koromicha guacd[21478]: Listening on host 127.0.0.1, port 4822
```

```
Elb 09 07:51:36 koromicha guacd[21478]: guacd[21478]: INFO:    Listening on  
host 127.0.0.1, port 4822
```

### 3.1.2 Instalar el servlet Tomcat

Apache Tomcat se utiliza para ofrecer contenido del cliente guacamole a los usuarios que se conectan al servidor guacamole a través del navegador web. Para instalar Tomcat, ejecute el siguiente comando.

```
apt install tomcat9 tomcat9-admin tomcat9-common tomcat9-user -y
```

Tomcat9 se inicia y se habilita para ejecutarse en el inicio del sistema tras la instalación. Si UFW se está ejecutando, permita que Tomcat lo pase.

```
ufw allow 8080/tcp
```

## 3.2 Configuración del cliente Guacamole en Ubuntu 20.04

guacamole-client contiene una aplicación web que servirá el cliente HTML5 Guacamole a los usuarios que se conecten a su servidor. Luego, la aplicación web se conectará a guacd en nombre de los usuarios conectados para brindarles cualquier escritorio remoto al que estén autorizados a acceder.

Crear directorio de configuración de Guacamole.

```
mkdir /etc/guacamole
```

### 3.2.1 Descargar binario Guacamole-cliente

El cliente Guacamole se puede instalar desde un código fuente o desde un binario listo. En esta demostración se utiliza la instalación binaria. Descargue Guacamole-client desde la página de lanzamientos de Guacamole para la última versión respectiva (v1.5.3 al momento de escribir este artículo) y guárdelo en el directorio de configuración creado anteriormente.

```
wget https://downloads.apache.org/guacamole/1.5.3/binary/guacamole-1.5.3.war -O /etc/guacamole/guacamole.war
```

Cree un enlace simbólico del cliente guacamole al directorio de aplicaciones web de Tomcat como se muestra a continuación.

```
ln -s /etc/guacamole/guacamole.war /var/lib/tomcat9/webapps/
```

Reinicie Tomcat para implementar la nueva aplicación web.

```
systemctl restart tomcat9
```

Reinicie también el demonio guacd;

```
systemctl restart guacd
```

### 3.2.2 Configurar Apache Guacamole en Ubuntu 20.04

Guacamole tiene dos archivos de configuración principales; /etc/guacamole al que hace referencia GUACAMOLE\_HOME variable de entorno y /etc/guacamole/guacamole.properties que es el archivo de configuración principal utilizado por Guacamole y sus extensiones. También hay extensiones de guacamole y configuraciones de bibliotecas. Necesita crear los directorios para estas configuraciones.

```
mkdir /etc/guacamole/{extensions,lib}
```

Configure la variable de entorno del directorio de inicio de guacamole y agréguela al /etc/default/tomcat9 archivo de configuración.

```
echo "GUACAMOLE_HOME=/etc/guacamole" >> /etc/default/tomcat9
```

### 3.2.3 Configurar las conexiones del servidor Guacamole

Para definir cómo se conecta Guacamole guacd, cree el guacamole.properties archivo en el

/etc/guacamole directorio con el siguiente contenido.

```
nano /etc/guacamole/guacamole.properties
```

```
guacd-hostname: localhost
guacd-port: 4822
user-mapping: /etc/guacamole/user-mapping.xml
auth-provider: net.sourceforge.guacamole.net.basic.BasicFileAuthenticationProvider
```

Después de eso, guarde el archivo de configuración y vincule el directorio de configuraciones de Guacamole al directorio de servlet de Tomcat como se muestra a continuación.

```
ln -s /etc/guacamole /usr/share/tomcat9/. guacamole
```

### 3.2.4 Configurar el método de autenticación de guacamole

El método de autenticación predeterminado de Guacamole lee todos los usuarios y conexiones desde un único archivo llamado user-mapping.xml. En este archivo, debe definir los usuarios a los que se les permite acceder a la interfaz de usuario web de Guacamole, los servidores a los que conectarse y el método de conexión.

Por lo tanto, ejecute el siguiente comando para crear este archivo con el siguiente contenido.

```
nano /etc/guacamole/user-mapping.xml
```

Asegúrese de reemplazar la contraseña con su contraseña segura.

```
<user-mapping>
  <!-- Per-user authentication and config information -->

  <!-- A user using md5 to hash the password
  guacadmin user and its md5 hashed password below is used to
  login to Guacamole Web UI-->
  <authorize
    username="guacadmin"
    password="5f4dcc3b5aa765d61d8327deb882cf99"
```

```
encoding="md5">

<!-- First authorized Remote connection -->
<connection name="CentOS-Server">
  <protocol>ssh</protocol>
  <param name="hostname">192.168.56.156</param>
  <param name="port">22</param>
</connection>
<!-- Second authorized remote connection -->
<connection name="Windows 7">
  <protocol>rdp</protocol>
  <param name="hostname">192.168.56.122</param>
  <param name="port">3389</param>
  <param name="username">Administrator</param>
  <param name="ignore-cert">true</param>
</connection>
</authorize>
</user-mapping>
```

Genere el hash MD5 de contraseñas para el usuario utilizado para iniciar sesión en la interfaz de usuario web de Guacamole. Reemplace su contraseña en consecuencia.

```
echo -n password | openssl md5
```

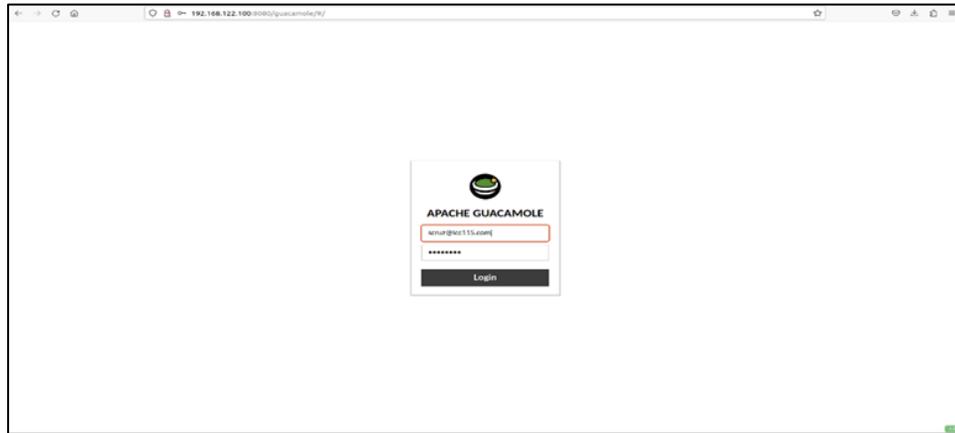
```
printf '%s' password | md5sum
```

Actualice el archivo user-mapping.xml, guarde y salga del archivo de configuración.  
Reinicie Tomcat y guacd para efectuar los cambios.

```
systemctl restart tomcat9 guacd
```

### 3.2.5 Accediendo a Apache Guacamole desde Explorador

Una vez configurado Guacamole, puede acceder a él desde el navegador web utilizando la dirección **http://server-IP:8080/guacamole**.



Al iniciar sesión correctamente, accederá al panel web de Apache Guacamole y debería poder ver las conexiones agregadas.

Haga clic en una conexión para iniciar el inicio de sesión remoto. Por ejemplo, al realizar clic en Ubuntu20\_SSH se abre el terminal solicitando usuario y password para inicio de sesión.

## 4. Instalar MYSQL 8 en Ubuntu 20.04

Antes de continuar, actualice y actualice los paquetes de su sistema.

```
apt update -y && apt upgrade -y
```

A continuación, instale MySQL 8 en Ubuntu 20.04 ejecutando el siguiente comando.

```
apt install mysql-server
```

El comando instala MySQL 8 y todas las dependencias de paquetes requeridas.

### 4.1 Instalación segura de MySQL 8

MySQL viene con un script de seguridad llamado `mysql_secure_installation` que le permite implementar la seguridad inicial de la instalación de MySQL de las siguientes maneras:

- Puede establecer una contraseña para las cuentas raíz.
- Puede eliminar cuentas raíz a las que se puede acceder desde fuera del host local.
- Puede eliminar cuentas de usuarios anónimos.
- Puede eliminar la base de datos de prueba (a la que, de forma predeterminada, pueden

acceder todos los usuarios, incluso los anónimos) y los privilegios que permiten a cualquiera acceder a bases de datos con nombres que comiencen con test\_.

El script se puede ejecutar simplemente ejecutando.

```
mysql_secure_installation
```

Cuando se ejecuta, el script le pregunta si desea implementar comprobaciones de complejidad de la contraseña. Acepte y elija la seguridad de la contraseña.

```
VALIDATE PASSWORD COMPONENT can be used to test passwords
and improve security. It checks the strength of password
and allows the users to set only those passwords which are
secure enough. Would you like to setup VALIDATE PASSWORD component?
```

```
Press y|Y for Yes, any other key for No: y
```

```
There are three levels of password validation policy:
```

```
LOW Length >= 8
```

```
MEDIUM Length >= 8, numeric, mixed case, and special characters
```

```
STRONG Length >= 8, numeric, mixed case, special characters and dictionary
```

```
file
```

```
Please enter 0 = LOW, 1 = MEDIUM and 2 = STRONG: 2
```

```
...
```

A continuación, establezca la contraseña de root y acepte otras indicaciones para eliminar usuarios anónimos de la base de datos, no permitir el inicio de sesión remoto, eliminar bases de datos de prueba y recargar tablas de privilegios para efectuar los cambios en MySQL.

#### 4.1.1 Comprobando la versión de MySQL instalada

Puedes verificar la versión de MySQL instalada ejecutando.

```
mysql -V
```

```
mysql Ver 8.0.19-0ubuntu5 for Linux on x86_64 ((Ubuntu))
```

#### 4.1.1.1 Iniciar sesión en MySQL 8

Ahora puede conectarse a MySQL 8 como usuario root con la contraseña que acaba de configurar arriba.

```
mysql -u root -p
```

Otra cosa que se debe tener en cuenta es que, de forma predeterminada, MySQL 8 utiliza el complemento de autenticación de socket Unix. Esto le permite iniciar sesión en su servidor MySQL desde el host local como usuario root sin contraseña.

Por lo tanto, ejecutar cualquiera de los siguientes comandos inicia sesión en el servidor MySQL.

```
mysql
```

```
mysql -u root
```

Una vez que haya iniciado sesión en MySQL, también puede verificar la versión ejecutando el comando.

```
mysql> SHOW VARIABLES LIKE "%version%";
```

```
+-----+-----+
| Variable_name | Value |
+-----+-----+
| immediate_server_version | 999999 |
| innodb_version | 8.0.19 |
| original_server_version | 999999 |
| protocol_version | 10 |
| slave_type_conversions | |
| tls_version | TLSv1,TLSv1.1,TLSv1.2,TLSv1.3 |
| version | 8.0.19-0ubuntu5 |
| version_comment | (Ubuntu) |
| version_compile_machine | x86_64 |
| version_compile_os | Linux |
```

```

| version_compile_zlib | 1.2.11 |
+-----+-----+
11 rows in set (0.00 sec)

```

#### 4.1.1.2 Habilite la autenticación MySQL basada en contraseña

Como se mencionó anteriormente, MySQL usa un complemento de autenticación de socket Unix de forma predeterminada.

```

SELECT plugin from mysql.user where User='root';

```

```

+-----+
| plugin |
+-----+
| auth_socket |
+-----+
1 row in set (0.00 sec)

```

Para habilitar la autenticación basada en contraseña, debe cambiar al complemento de contraseña nativo de MySQL `mysql_native_password`.

```

UPDATE mysql.user SET plugin = 'mysql_native_password' WHERE user =
'root' AND plugin = 'auth_socket';

```

Una vez hecho esto, restablezca la contraseña del usuario root.

```

ALTER USER root@localhost identified with mysql_native_password by
'myStr0nP@ssW0rd';

```

Recargar tablas de privilegios.

```

flush privileges;

```

Verificar los cambios;

```

SELECT User,plugin from mysql.user where User='root';

```

```

+-----+

```

```

| User | plugin |
+-----+-----+
| root | mysql_native_password |
+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)

```

Salga de la conexión de la base de datos e intente iniciar sesión como root nuevamente.

```
mysql -u root
```

```
ERROR 1045 (28000): Access denied for user 'root'@'localhost' (using password:
NO)
```

```
mysql
```

```
ERROR 1045 (28000): Access denied for user 'root'@'localhost' (using password:
NO)
```

Listo, ha deshabilitado la autenticación sin contraseña para el usuario raíz de MySQL en su host local. El servicio de MySQL está listo para ser asociado a apache guacamole.

## 5. Autenticación de la Base de Datos de Guacamole

### 5.1 Crear base de datos de Guacamole y usuario de base de datos

Inicie sesión en su sistema de base de datos y cree la base de datos Guacamole y el usuario de la base de datos (los nombres utilizados no son estándar, por lo tanto, no dude en cambiarlos y, por supuesto, la contraseña);

```
mysql -u root -p
create database guacd;
create user guacd_admin@localhost identified by 'p@ssw0rd';
```

Otorgar derechos sobre las tablas de la base de datos de Guacamole al usuario de la base SELECT de datos UPDATE de Guacamole, INSERTDELETE.

```
grant SELECT,UPDATE,INSERT,DELETE on guacd.* to guacd_admin@localhost;
```

Recargar tablas de privilegios:

```
flush privileges;  
quit
```

### 1.1.1 Instalar la extensión de autenticación de base de datos Guacamole

Descargue la extensión de autenticación de la base de datos de Guacamole que coincida con su versión actual de Guacamole desde la página de lanzamientos.

```
VER=1.5.3  
wget https://dlcdn.apache.org/guacamole/1.4.0/binary/guacamole-auth-jdbc-  
${VER}.tar.gz
```

El tarball viene con extensiones para PostgreSQL, MySQL y servidores SQL. Por tanto, extraiga sólo la extensión MySQL.

```
tar xzf guacamole-auth-jdbc-${VER}.tar.gz guacamole-auth-jdbc-${VER}/mysql
```

Copie el archivo con extensión Guacamole (.jar) al directorio GUACAMOLE\_HOME/extensions.

```
cp guacamole-auth-jdbc-${VER}/mysql/guacamole-auth-jdbc-mysql-1.5.3.jar  
/etc/guacamole/extensions/
```

A continuación, importe el esquema de la base de datos MySQL de Guacamole ( 001-create-schema.sql y 002-create-admin-user.sql ) a la base de datos de Guacamole creada anteriormente.

```
mysql -u root -p guacd < guacamole-auth-jdbc-${VER}/mysql/schema/001-  
create-schema.sql  
mysql -u root -p guacd < guacamole-auth-jdbc-${VER}/mysql/schema/002-  
create-admin-user.sql
```

Instale el conector MySQL JDBC en el directorio lib de Guacamole.

```
wget https://dev.mysql.com/get/Downloads/Connector-J/mysql-connector-java-8.0.28.tar.gz
tar xzf mysql-connector-java-8.0.28.tar.gz
cp mysql-connector-java-8.0.28/mysql-connector-java-8.0.28.jar /etc/guacamole/lib/
```

### 1.1.2 Configurar la autenticación de la base de datos MySQL de Guacamole

A continuación, configure Guacamole para la autenticación de la base de datos definiendo lo siguiente, como mínimo, en el archivo `guacamole.properties`.

- Nombre de host de la base de datos
- nombre de la base de datos
- usuario y contraseña de la base de datos

```
nano /etc/guacamole/guacamole.properties
```

```
guacd-hostname: localhost
guacd-port: 4822
user-mapping: /etc/guacamole/user-mapping.xml
auth-provider:
net.sourceforge.guacamole.net.basic.BasicFileAuthenticationProvider
mysql-hostname: localhost
mysql-database: guacd
mysql-username: guacd_admin
mysql-password: p@ssw0rd
```

#### 1.1.2.1 Verificar la autenticación de la base de datos de Guacamole

Ahora puede reiniciar su servidor (servicio Tomcat) e iniciar sesión en Guacamole para probar la autenticación de la base de datos:

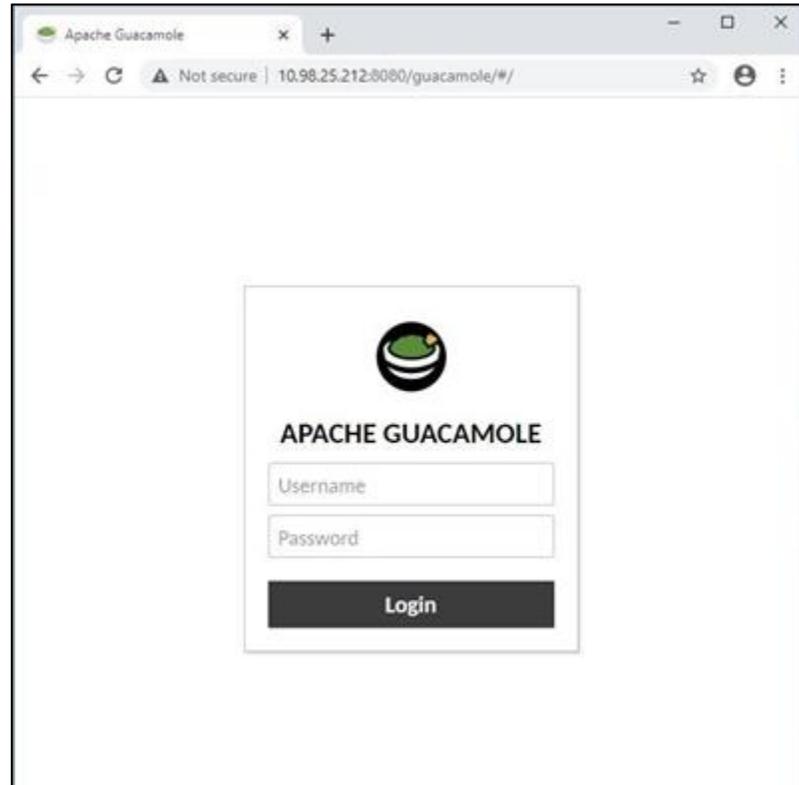
```
systemctl restart tomcat9
```

Las credenciales de autenticación predeterminadas de la base de datos de Guacamole son:

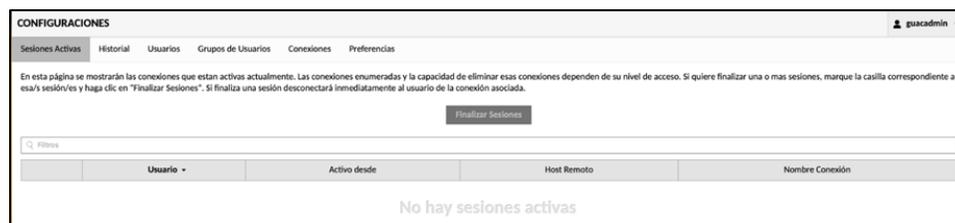
**Nombre de usuario:** guacadmin

**Contraseña:** guacadmin

Página de inicio de sesión.



Ajustes de Guacamole.



## 6. Instalar OpenLDAP en Ubuntu 20.04 LTS

### 6.1 Configuración inicial

Inicialmente se debe montar la configuración de red. Para este caso, no es necesario realizar una configuración interna al sistema de Ubuntu, porque OpenStack se encarga de distribuir las IP y

mantenerlas fijas para cada instancia.

Sin embargo, es necesario comprobar que los archivos `/etc/hostname` y `/etc/hosts` contienen los nombres adecuados para el servidor.

En el caso de `/etc/hostname`, para asignar un nuevo nombre al servidor, bastará con ejecutar el siguiente comando:

```
sudo hostnamectl set-hostname ldapserver.icc115.local
```

Para configurar `/etc/hosts` se debe editar el archivo e incluir las líneas que relacionen la dirección IP estática del servidor con los nombres lógicos que se tiene previsto utilizar.

```
sudo nano /etc/hosts
# [network]
# generateHosts = false
127.0.0.1    localhost
127.0.1.1    DESKTOP-C89IBVE.    DESKTOP-C89IBVE

# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
::1    ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0 ip6-localnet
ff00::0 ip6-mcastprefix
ff02::1 ip6-allnodes
ff02::2 ip6-allrouters
```

Una vez que se encuentra en el entorno del editor, modificamos la línea que hace referencia al bucle local y se añade una nueva línea que haga referencia a la dirección IP estática.

```
127.0.1.1 ldapserver.icc115.local ldapserver
192.168.1.10 ldapserver.icc115.local ldapserver
```

### 1.1.1 Instalando el software necesario

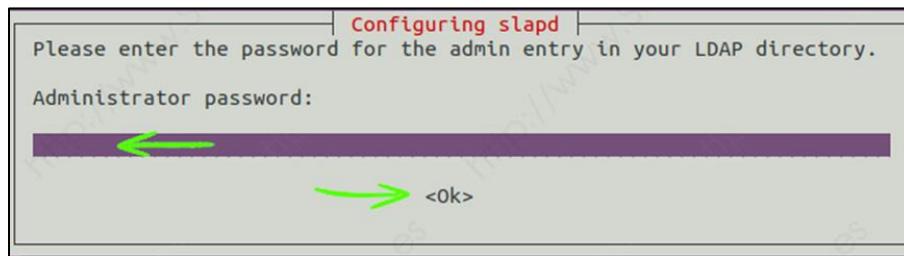
Primero se debe instalar el paquete `slapd`, después también instalar el paquete que contiene las utilidades de administración de LDAP: `ldap-utils`. Sin embargo, lo primero será asegurarnos de que el sistema se encuentra completamente actualizado. Para lograrlo, bastará con ejecutar una orden como la siguiente:

```
sudo apt update -y && sudo apt upgrade -y && sudo apt dist-upgrade -y
```

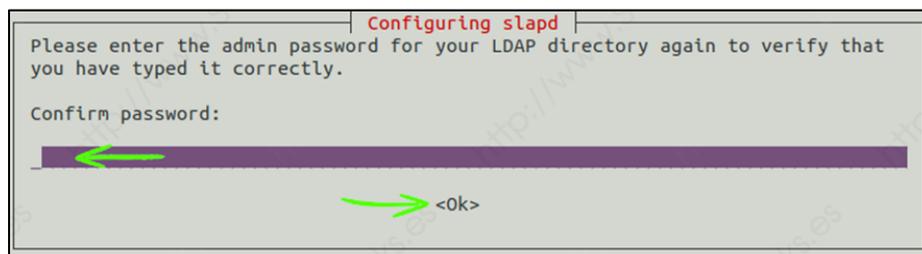
Una vez completada la actualización, iniciamos con la instalación propiamente dicha. Como los dos paquetes que necesitamos se encuentran en los repositorios oficiales de Ubuntu 20.04 LTS, sólo tenemos que escribir en la terminal la siguiente orden.

```
sudo apt install slapd ldap-utils -y
```

Durante el proceso, aparece el asistente de instalación de OpenLDAP, que realiza una configuración predeterminada y solo nos pide la contraseña de administración.



Como suele ocurrir cuando se escribe una contraseña, para evitar que existan errores tipográficos que después nos impida la entrada, el sistema nos pide que volvamos a escribirla.



Al hacerlo, la pantalla vuelve a su aspecto habitual y la instalación sigue su curso, hasta completarse un momento más tarde.

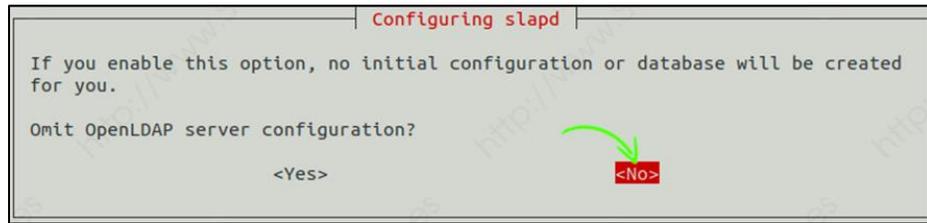
#### ***1.1.1.1 Realizar la configuración básica***

Una vez concluida la instalación, se debe realizar la configuración mencionada previamente. Y para lograrlo se usa el siguiente comando:

```
sudo dpkg-reconfigure slapd
```

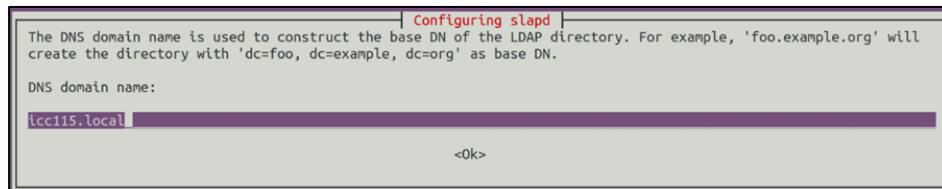
Así se logrará que se inicie de nuevo el asistente de configuración. Pero esta vez pedirá todos los datos.

Lo primero que pregunta el asistente es si se desea omitir la configuración de OpenLDAP.



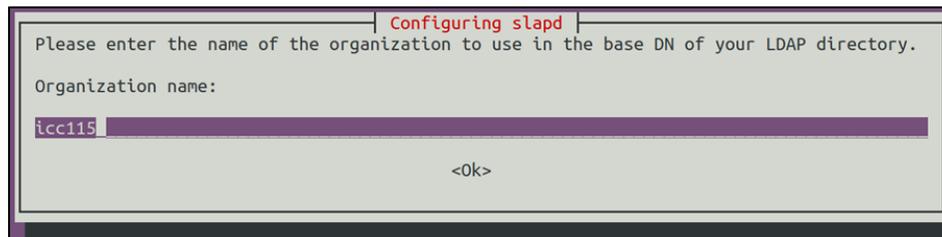
Después, se debe escribir el nombre DNS del dominio que se utilizará en el directorio LDAP. En este caso se usará el siguiente:

icc115.local

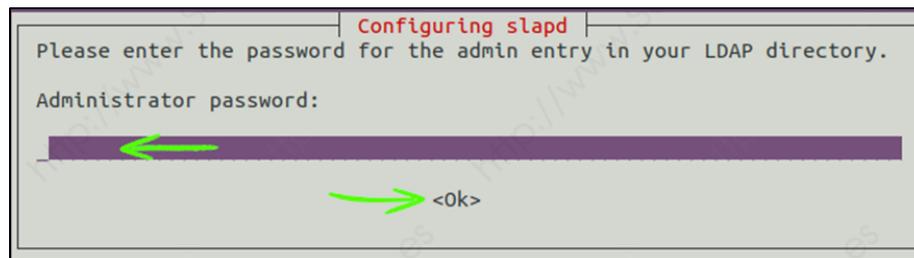


A continuación, escribir el nombre de la empresa o entidad en la que estemos realizando la instalación. En este caso se usará el siguiente:

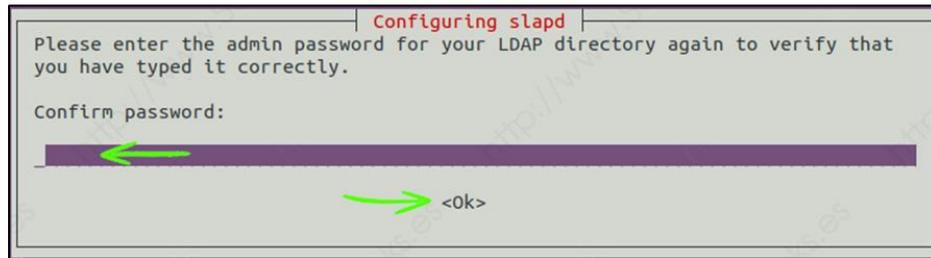
icc115



Lo siguiente será escribir la contraseña de administración. Ahora sí debe ser la buena y, como siempre, deberá ser segura.



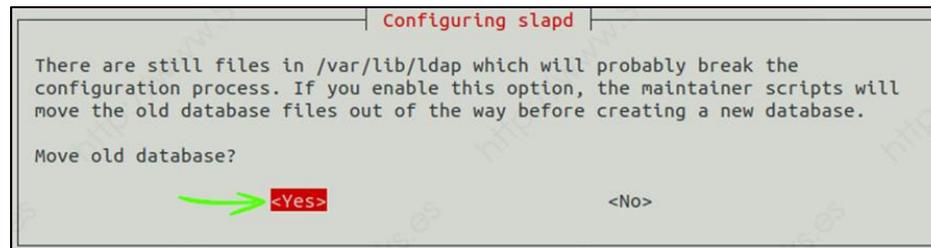
Como se trata de una contraseña, deberemos volver a escribirla para evitar contratiempos futuros.



Seguidamente, el asistente pregunta si queremos eliminar la base de datos de configuración antigua.



Por último, el asistente informa que aún quedan archivos en la carpeta de LDAP, que pueden estropear el proceso de configuración y solicita autorización para retirarlos antes de crear la nueva base de datos.



Al hacerlo, se cierra el asistente la ventana vuelve a su aspecto inicial, donde se puede comprobar que las operaciones de configuración se han realizado correctamente.

```
root@ldapserver:/home/yami2995# sudo dpkg-reconfigure slapd
Backing up /etc/ldap/slapd.d in /var/backups/slapd-2.4.49+dfsg-2ubuntu1.9... done.
Moving old database directory to /var/backups:
- directory unknown... done.
Creating initial configuration... done.
Creating LDAP directory... done.
root@ldapserver:/home/yami2995#
```

### ***1.1.1.2 Comprobar la instalación***

Una vez concluida la instalación, se puede comprobar que todo es correcto usando el comando `slapcat`:

```
sudo slapcat
```

El objetivo de este comando consiste en obtener la información de la base de datos LDAP. La salida se produce en formato LDIF, lo que facilitará exportar la estructura del directorio LDAP o, sencillamente, obtener una copia de respaldo de su contenido. Para lograrlo, bastará con redirigir su salida a un archivo.

En este caso, no se generará ni un archivo de salida, ya que el propósito es verificar que la salida se corresponde con lo que esperamos.

## **7. Configurar instancias para permitir Autenticación con OpenLDAP**

### **7.1 Ubuntu 20 SSH**

En Ubuntu, se necesita ajustar el comportamiento de los servicios NSS y PAM en cada cliente que se deba configurar. Es necesario instalar los siguientes paquetes:

- `libpam-ldap`: Que facilitará la autenticación con LDAP a los usuarios que utilicen PAM.
- `libnss-ldap`: Permitirá que NSS obtenga de LDAP información administrativa de los usuarios (Información de las cuentas, de los grupos, información de la máquina, los alias, etc).
- `nss-updatedb`: Mantiene una caché local del de la información del usuario y grupo en el directorio LDAP.
- `libnss-db`: Incluye extensiones para usar bases de datos de red.
- `nscd`: Es un demonio que ofrece una caché para muchas de las peticiones más frecuentes del servicio de nombres.
- `ldap-utils`: Facilita la interacción con LDAP desde cualquier máquina de la red.

Para instalarlos todos en una sola orden, utilizar el siguiente código:

```
sudo apt-get install libpam-ldap libnss-ldap nss-updatedb libnss-db nscd ldap-utils -y
```

Durante el proceso, se activa un asistente que nos permite configurar el comportamiento de ldap-atut-config.

*\*En el primer paso, nos solicita la dirección URi del servidor LDAP. Es importante dejar el principio tal y como lo encontramos (ldapi:///).*

En el siguiente paso, se debe indicar el nombre global único (Distinguished Name – DN). Inicialmente aparece en valor dc=example,dc=net pero en este caso se sustituirá por dc=icc115,dc=local.

A continuación, el asistente pide el número de versión del protocolo LDAP que se está utilizando. De forma predeterminada aparece seleccionada la versión 3.

Después, indicar si las utilidades que utilicen PAM deberán comportarse del mismo modo que cuando cambiamos contraseñas locales. Esto hará que las contraseñas se guarden en un archivo independiente que sólo podrá ser leído por el superusuario.

*\* Elegir la opción Yes y pulsamos la tecla Intro.*

A continuación, el sistema pregunta si queremos que sea necesario identificarse para realizar consultas en la base de datos de LDAP.

*\* Elegimos la opción No y volvemos a pulsar la tecla Intro.*

Luego indicar el nombre de la cuenta LDAP que tendrá privilegios para realizar cambios en las contraseñas. Como antes, deberemos escribir un nombre global único (Distinguished Name – DN), sustituyendo el valor predeterminado que nos ofrece (cn=manager,dc=example,dc=net) por que usamos en la configuración del servidor (cn=admin,dc=icc115,dc=local)

En el último paso, el asistente solicita la contraseña que usará la cuenta anterior (como siempre, habrá que escribirla por duplicado para evitar errores tipográficos). Deberá coincidir con la que escribimos en el apartado Instalar OpenLDAP en el servidor.

De vuelta en la pantalla de la terminal, se puede comprobar que no se han producido errores durante el proceso.

Como ocurría con el servidor, si más adelante se observa algún error o se necesita efectuar alguna modificación, sólo hay que ejecutar el siguiente comando:

```
sudo dpkg-reconfigure ldap-auth-config
```

### 7.1.1 Realizar ajustes en los archivos de configuración

Para completar la tarea, cambiar algunos parámetros en los archivos de configuración del cliente. En concreto, se debe editar `/etc/ldap.conf`, `/etc/ldap/ldap.conf` y `/etc/nsswitch.conf`. Después, actualizaremos NSS y configuraremos PAM para que utilicen LDAP.

Editar el archivo `/etc/ldap.conf`

Abrir con el editor nano el archivo `/etc/ldap.conf`

```
sudo nano /etc/ldap.conf
```

Las modificaciones por realizar en el archivo son las siguientes:

1. Buscar una línea como esta:

```
#bind_policy hard
```

y sustituirla por esta:

```
bind_policy soft
```

(recordar eliminar el carácter #, que haría que la línea fuese ignorada)

2. Buscar una línea como esta:

```
pam_password md5
```

y la sustituirla por esta:

```
pam_password crypt
```

3. Buscamos una línea que comience por **uri ldapi://** y la sustituimos por esta, considerando la IP del servidor de OpenLDAP:

```
uri ldap://192.168.1.10
```

Editar el archivo `/etc/ldap/ldap.conf`

Siguiendo la misma pauta del punto anterior, usa el editor nano para editar el archivo:

Cuando se abra el archivo, se puede observar que, algunas de sus líneas, tienen el siguiente

aspecto:

```
#BASE dc=example,dc=com
#URI ldap://ldap.example.com ldap://ldap-master.example.com:666
#SIZELIMIT 12 #TIMELIMIT 15 #DEREF never
```

Lo primero será borrar el carácter que hace que la línea permanezca comentada (#). Después, cambiar su contenido por este otro:

```
BASE dc=somebooks,dc=local
URI ldap://ldap.somebooks.local
SIZELIMIT 0 TIMELIMIT 0
DEREF never
```

Editar el archivo `/etc/nsswitch.conf`

Por último, editamos el archivo `/etc/nsswitch.conf`.

Al abrir el archivo, observaremos que, algunas de sus líneas, tienen el siguiente aspecto:

```
passwd: compat group: compat shadow: compat
hosts: files mdns4_minimal [NOTFOUND=return] dns mdns4 networks:
files
protocols: db files services: db files ethers: db files rpc: db files
```

Debemos cambiar las líneas necesarias para que su contenido final sea como este:

```
passwd: files ldap
group: files ldap
shadow: files ldap
hosts: files dns networks: files
protocols: db files services: db files ethers: db files rpc: db files
```

### 7.1.2 Actualizar NSS y configurar PAM para que utilicen LDAP

Se debe actualizar la caché local con la información de usuarios y grupos correspondientes a LDAP. Para conseguirlo, recurriremos al comando `nss-updatedb` que se instaló al principio de este apartado:

```
sudo nss_updatedb ldap
```

Si al aplicar el comando anterior obtenemos un error como este...

```
Failed to enumerate nameservice: No such file or directory
```

Lo más probable es que se haya cometido un error al escribir la dirección IP del servidor en el archivo `/etc/ldap.conf`. Hay que asegurarse que dicha dirección es correcta y de que el servidor se encuentra accesible desde el cliente (es decir, que funciona la orden ping). Si no es así, se trata de un problema de configuración en las características de la red.

Si todo ha ido bien, utilizar el comando `getent`, que permite obtener entradas de varios archivos de texto del sistema, por ejemplo, de `passwd` y `group`. La ventaja es que consolida la información local con la obtenida a través de la red.

Así pues, desde la consola ejecutamos el siguiente comando:

```
getent passwd
```

*\*La salida del comando ofrece al mismo tiempo información sobre los usuarios locales y los usuarios LDAP.*

Lo siguiente será actualizar la configuración de las políticas de autenticación predeterminadas de PAM, con el siguiente comando:

```
sudo pam-auth-update
```

*\*Al ejecutarlo, aparecerá un asistente, que comienza mostrándonos una pantalla informativa sobre la función de los módulos PAM.*

Después, elegiremos cuáles de los módulos disponibles queremos habilitar. De forma predeterminada aparecen todos marcados... Aceptar y Continuar.

Finalmente, el cliente ya está listo para autenticarse con una cuenta del servidor LDAP. Sin embargo, si ahora se identifica en el cliente con la cuenta `cg15010` (una de las cuentas creadas anteriormente), el sistema responderá que no existe su carpeta `/home/cg15010` en el equipo cliente. Lógicamente, se podría crear dicha carpeta a mano, pero habría que repetir el proceso en

cada uno de los clientes en los que el usuario vaya a iniciar sesión.

Si se desea que la carpeta se cree automáticamente cuando el usuario inicie sesión por primera vez en un equipo, se debe hacer uso de un módulo PAM llamado pam\_mkhome.

Esto se consigue haciendo una pequeña modificación en el archivo /etc/pam.d/common-session del cliente.

```
nano /etc/pam.d/common-session
```

Cuando se abra el editor, añadir una nueva línea al principio del archivo con este contenido:

```
session required pam_mkhome.so skel=/etc/skel/ umask=0022
```

Otro inconveniente que tiene la configuración actual es que los usuarios LDAP no podrán cambiar sus propias contraseñas. Para solucionarlo, cambiar el archivo /etc/pam.d/common-password.

```
nano /etc/pam.d/common-password
```

Cuando veamos el contenido del archivo, buscar una línea como esta:

```
password [success=1 user_unknown=ignore default=die] pam_ldap.so  
use_authtok try_first_pass
```

eliminar su parte final, de modo que quede así:

```
password [success=1 user_unknown=ignore default=die] pam_ldap.so
```

### 7.1.3 Comprobar que funciona el inicio de sesión

La forma más sencilla de comprobar que se puede iniciar sesión en el servidor usando LDAP consiste en arrancar el sistema en modo texto (o arrancarlo en modo gráfico y usar la combinación de teclas alt + ctrl + f7 para ir a una consola de texto) y escribir las credenciales de un usuario LDAP.

## 7.2 Ubuntu 20 RDP

Para configurar una instancia de Linux RDP, se debe realizar la configuración para SSH, finalizado eso instalar nslcd, que es un servicio que se encarga de facilitar consultas LDAP a

procesos locales. De este modo, se permite que dichos procesos locales puedan obtener información sobre los usuarios y grupos del directorio LDAP.

nsld se encuentra en los repositorios oficiales de Ubuntu, ejecutar el siguiente código:

```
sudo apt install nslcd
```

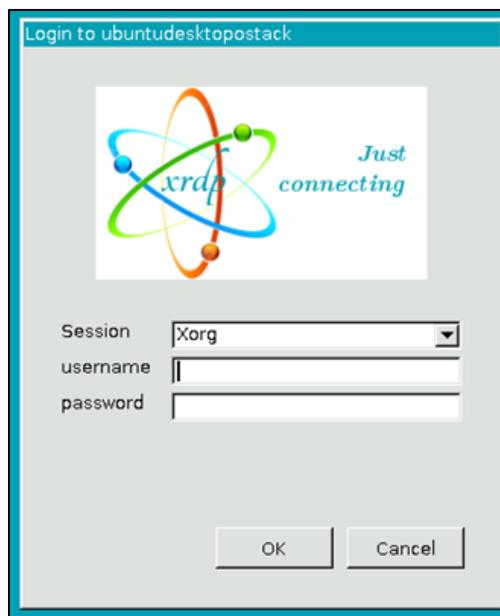
A continuación, el sistema informa de qué otros paquetes se necesitan añadir para que la instalación sea satisfactoria (dependencias extras) y qué espacio de almacenamiento deberá utilizar en el disco. Aceptar todo y continuar.

Durante el proceso, se activa un asistente que permite configurar el comportamiento de nslcd. En el primer paso, solicita la dirección URL del servidor LDAP. Escribir la dirección IP del servidor, precedido del protocolo usado. En este caso:

```
ldap://IP_SERVER_OPENLDAP/
```

En el siguiente paso, indicar el nombre global único (Distinguished Name – DN). Inicialmente aparece en valor dc=example,dc=net pero en este caso se usará dc=icc115,dc=local.

Con esto, se ha completado la configuración de nslcd. Reiniciar el equipo.



Una vez completado el reinicio, parecerá que no ha cambiado nada. Hay que recordar que la pantalla de autenticación de Ubuntu solo muestra los usuarios que ya han iniciado sesión en el sistema, de forma gráfica, al menos una vez.

*\*Al utilizar Apache Guacamole y autenticarse con OpenLDAP se despliega una ventana del plugin “ubuntudesktopstack xrdp” en el cual se define el tipo de sesión (por defecto xorg), usuario y el password. Si las credenciales son correctas se despliega el escritorio con todas las configuraciones para el usuario.*

### 7.3 Windows10 RDP

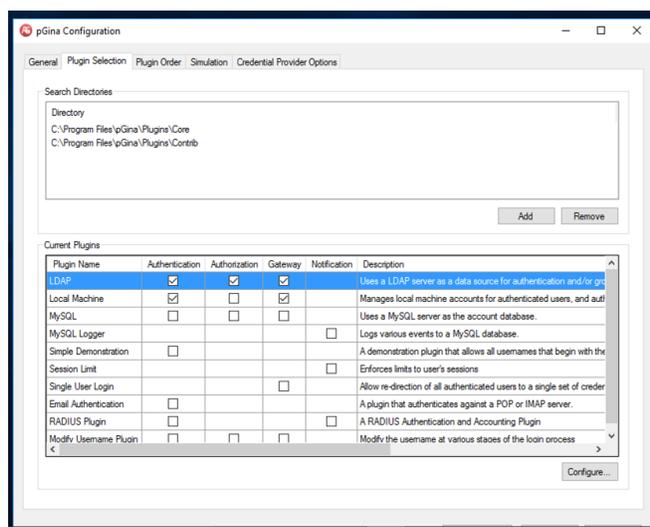
Para la implementación de acceso remoto con Apache Guacamole a Windows se debe apoyar en una herramienta que proporciona autenticación con OpenLDAP, tal es el caso de pGina. Al momento de la edición de este documento la 3.1.8.0 es la versión estable.

Se debe dirigir a la pagina del sitio oficial de pGina:

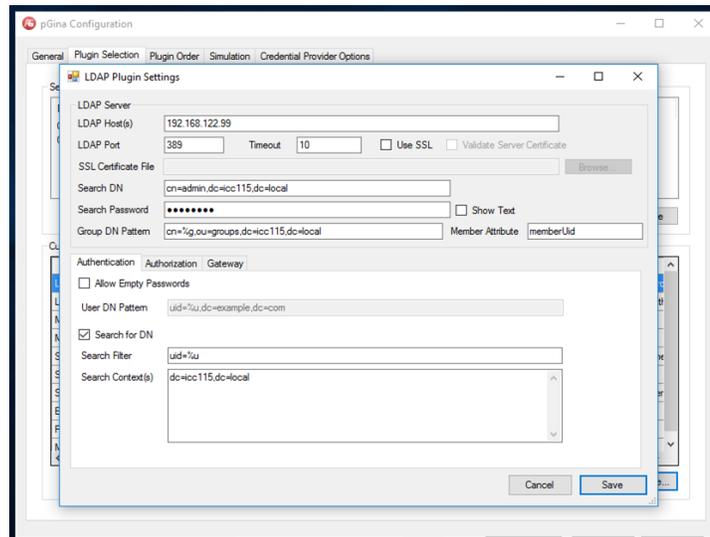
<http://pgina.org/download.html>

Se ejecuta el archivo .exe y se siguen los pasos normales de una instalación básica de Windows. Al finalizar la instalación el sistema despliega una ventana en la cual realizaremos ciertas configuraciones.

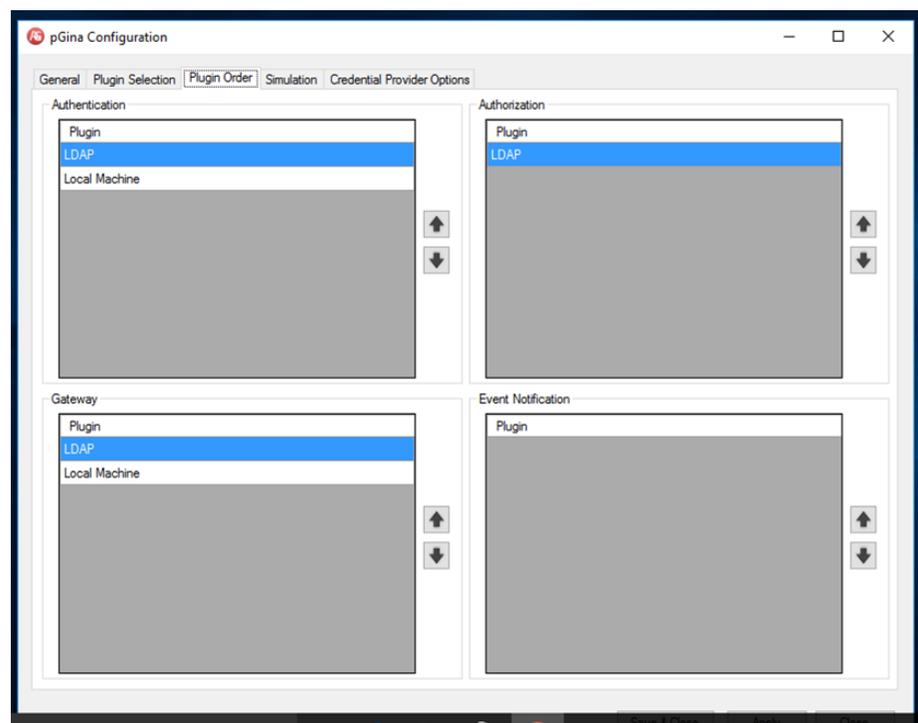
1. Seleccionar el Plugin (marcar las tres casillas), luego seleccionar la opción configurar.



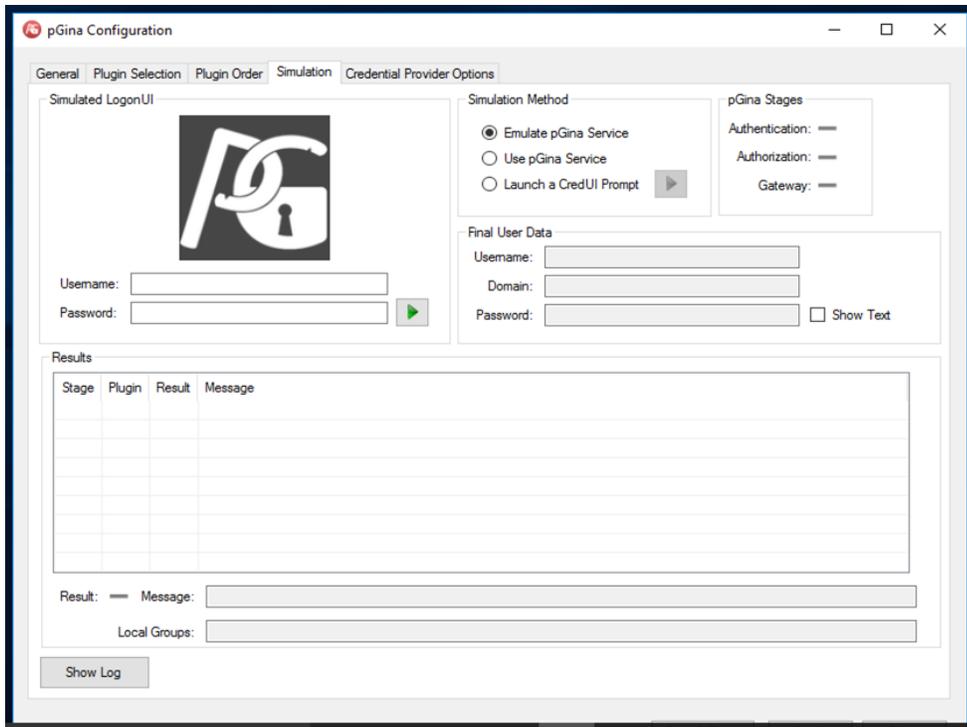
2. En la ventana que despliega, introducimos la información de nuestro servidor OpenLDAP.



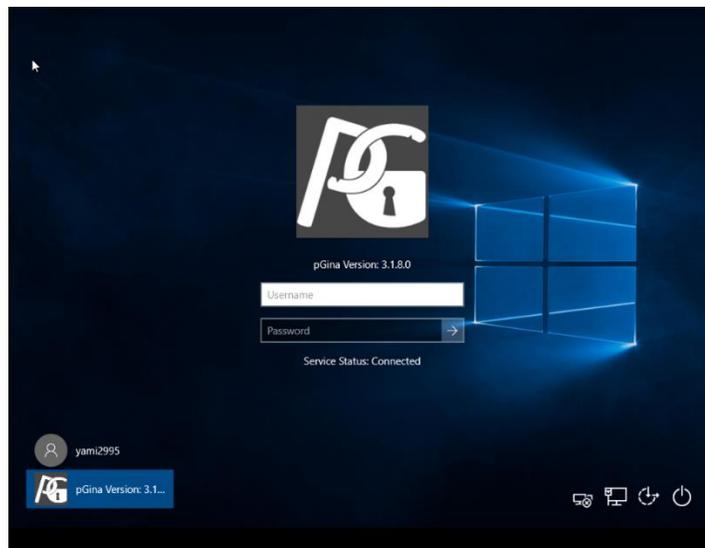
3. Luego de aplicada la configuración de nuestro servidor seleccionar la pestaña Plugin Order y poner como prioridad los servicios de LDAP.



4. Luego, si se desea. El plugin proporciona una herramienta para realizar pruebas y verificar el buen funcionamiento del servicio.



5. Finalmente, cerrar sesión y al momento de iniciar sesión estará habilitada la opción de autenticarse con OpenLDAP a través del plugin Pgina.



## 8. Sincronizar OpenLDAP con Apache Guacamole (Parte I)

Las configuraciones descritas a continuación deben ejecutarse en la maquina o instancia donde se esté corriendo el servidor de OpenLDAP.

### 8.1 Configurar el registro OpenLDAP en Ubuntu 20.04

Los archivos de registro son el primer lugar que revisar en caso de que algo no funcione. De forma predeterminada, el nivel de registro de OpenLDAP está configurado en none el cual se requiere que solo se registren los mensajes de alta prioridad. Se puede verificar con el siguiente código:

```
ldapsearch -H ldapi:/// -Y EXTERNAL -b "cn=config" -LLL -Q | grep  
olcLogLevel:
```

```
olcLogLevel: none
```

En este caso, se cambiará a un stats nivel (registra conexiones/operaciones/resultados), ejecutando el siguiente comando;

```
ldapmodify -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -Q
```

Pegar el contenido a continuación para modificar el nivel de registro.

```
dn: cn=config  
changeType: modify  
replace: olcLogLevel  
olcLogLevel: stats
```

A continuación, presionar ENTRAR. Una vez que se muestre la línea, modifying entry "cn=config" presione Ctrl+D.

Para verificar los cambios, se ejecuta:

```
ldapsearch -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -b cn=config "(objectClass=olcGlobal)"  
olcLogLevel -LLL -Q
```

```
dn: cn=config
```

```
olcLogLevel: stats
```

A continuación, se debe especificar el archivo de registro para OpenLDAP en la configuración de Rsyslog. De forma predeterminada, OpenLDAP inicia sesión en local4 la instalación; por lo tanto, para configurarlo para iniciar sesión, /var/log/slapd.log por ejemplo, se debe ejecutar el siguiente comando;

```
echo "local4.* /var/log/slapd.log" >> /etc/rsyslog.d/51-slapd.conf
```

Reiniciar el servicio Rsyslog y SLAPD

```
systemctl restart rsyslog slapd
```

Ahora se debería poder leer los registros LDAP /var/log/slapd.log. Así también se puede configurar la rotación de registros:

```
nano nano /etc/logrotate.d/slapd
```

```
/var/log/slapd.log
{
    rotate 7
    daily
    missingok
    notifempty
    delaycompress
    compress
    postrotate
        /usr/lib/rsyslog/rsyslog-rotate
    endscript
}
```

Reiniciar el servicio de rotación de registros;

```
systemctl restart logrotate
```

## 8.2 Crear cuentas de usuario OpenLDAP

Antes de crear cuentas de usuario de OpenLDAP, se debe montar los contenedores de la unidad organizativa para almacenar la información de los usuarios y sus grupos.

Así, se crea el siguiente archivo, con su respectiva configuración:

```
nano users-ou.ldif
```

```
dn: ou=people,dc=icc115,dc=local
objectClass: organizationalUnit
objectClass: top
ou: people

dn: ou=groups,dc=icc115,dc=local
objectClass: organizationalUnit
objectClass: top
ou: groups
```

Antes de poder actualizar la base de datos con la información de la unidad organizativa de los usuarios, se debe ajustar los controles de acceso a la base de datos SLAPD;

```
nano update-mdb-acl.ldif
```

```
dn: olcDatabase={1}mdb,cn=config
changetype: modify
replace: olcAccess
olcAccess: to attrs=userPassword,shadowLastChange,shadowExpire
    by self write
    by anonymous auth
    by dn.subtree="gidNumber=0+uidNumber=0,cn=peercred,cn=external,cn=auth"
manage
    by dn.exact="cn=readonly,ou=people,dc=icc115,dc=local" read
    by * none
```

```
olcAccess: to dn.exact="cn=readonly,ou=people,dc=icc115,dc=local" by
dn.subtree="gidNumber=0+uidNumber=0,cn=peercred,cn=external,cn=auth" manage by
* none

olcAccess: to dn.subtree="dc=kifarunix-demo,dc=com" by
dn.subtree="gidNumber=0+uidNumber=0,cn=peercred,cn=external,cn=auth" manage
by users read
by * none
```

Guardar y salir del archivo.

Tenga en cuenta que se han incluido los controles de acceso para el usuario Read Only Bind DN que se debe crear más adelante en esta guía.

Actualizar la ACL de la base de datos con la información anterior ejecutando el siguiente comando.

```
ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f update-mdb-acl.ldif
```

Una vez hecho esto, ahora se debería poder, como administrador, crear la unidad organizativa de los usuarios como se muestra anteriormente. Por lo tanto, para actualizar la base de datos con la información de la unidad organizativa del usuario anterior, se ejecuta el siguiente comando.

```
ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f users-ou.ldif
```

```
adding new entry "ou=people,dc=kifarunix-demo,dc=com"
adding new entry "ou=groups,dc=kifarunix-demo,dc=com"
```

Una vez que se haya creado los contenedores de unidades organizativas de usuario, se puede agregar cuentas de usuario. En este momento, crearemos un usuario llamado admin123 en la base de datos OpenLDAP.

```
nano admin123.ldif
```

```
dn: uid=admin123,ou=people,dc=icc115,dc=local
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
```

```
objectClass: shadowAccount
uid: admin123
cn: admin
sn: 123
loginShell: /bin/bash
uidNumber: 10000
gidNumber: 10000
homeDirectory: /home/admin123
shadowMax: 60
shadowMin: 1
shadowWarning: 7
shadowInactive: 7
shadowLastChange: 0

dn: cn=admin123,ou=groups,dc=ic115,dc=local
objectClass: posixGroup
cn: admin123
gidNumber: 10000
memberUid: admin123
```

Para agregar el usuario admin123 a la base de datos usando la información anterior, ejecutar el siguiente comando;

```
ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f admin123.ldif
```

```
adding new entry "uid=admin123,ou=people,dc=icc115,dc=local"
adding new entry "cn=admin123,ou=groups,dc=icc115,dc=local"
```

### 8.3 Crear OpenLDAP BIND DN

Se creará un DN de enlace de usuario llamado readonly para operaciones de lectura.

Se genera el hash de contraseña para el usuario DN vinculado.

```
slappasswd  
New password: password  
Re-enter new password: password  
{SSHA}qUwFrgsseX1ztrJ64wq63SNqGuSnLics
```

Se configura el archivo. Idif que se utilizará para crear al nuevo usuario.

```
readonly-user.ldif
```

```
dn: cn=readonly,ou=people,dc=kifarunix-demo,dc=com  
objectClass: organizationalRole  
objectClass: simpleSecurityObject  
cn: readonly  
userPassword: {SSHA}qUwFrgsseX1ztrJ64wq63SNqGuSnLics  
description: Bind DN user for LDAP Operations
```

Agregar el usuario vinculado a la base de datos LDAP:

```
ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f readonly-user.ldif
```

```
adding new entry "cn=readonly,ou=people,dc=icc115,dc=local"
```

A continuación, definiremos los controles de acceso para el DN de enlace de usuario. Basados en el archivo ACL definido anteriormente, se ejecuta el siguiente comando:

```
ldapsearch -Q -LLL -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -b cn=config  
'(olcDatabase={1}mdb)' olcAccess
```

### 8.4 Permitir el servicio OpenLDAP en el firewall

Como UFW se está ejecutando, se debe permitir el acceso externo a OpenLDAP (tanto LDAP como LDAPS). Para esto se ejecuta el siguiente comando:

```
ufw allow "OpenLDAP LDAP"
```

```
ufw allow "OpenLDAP LDAPS"
```

## 9. Sincronizar OpenLDAP con Apache Guacamole (Parte II)

Las configuraciones descritas a continuación deben ejecutarse en la maquina o instancia donde se esté corriendo el servidor de OpenLDAP o Apache Guacamole según sea el caso.

### 9.1 Instalar la extensión LDAP Guacamole

Se iniciará definiendo la versión de Apache Guacamole que tenemos instalada, al momento de la redacción de este documento, la última versión es 1.5.3 utilizada anteriormente.

```
VER=1.3.0
```

Por lo tanto, descargue la versión adecuada de la extensión LDAP.

```
wget https://downloads.apache.org/guacamole/${VER}/binary/guacamole-auth-ldap-  
${VER}.tar.gz
```

Extraer el archivo y copiar el archivo `guacamole-auth-ldap-${VER}.jar` en el directorio de extensiones de Guacamole `/etc/guacamole/extensions`. Si el directorio aún no existe, se creará uno.

```
tar xzf guacamole-auth-ldap-${VER}.tar.gz  
cp guacamole-auth-ldap-${VER}/guacamole-auth-ldap-${VER}.jar  
/etc/guacamole/extensions/guacamole-auth-ldap.jar
```

### 9.2 Configure el servidor OpenLDAP para autenticación de guacamole

#### 9.2.1 Crear esquema OpenLDAP de guacamole

A continuación, para permitir que solo usuarios específicos que tienen un atributo específico o que pertenecen a un grupo específico, digamos Guacamole, puedan autenticarse con OpenLDAP, debe actualizar la base de datos OpenLDAP.

El archivo LDAP de Guacamole proporciona algunos archivos de esquema que " definen una clase de objeto adicional, `guacConfigGroup` que contiene toda la información de configuración

para una conexión particular y puede asociarse con muchos usuarios y grupos arbitrarios". Cada conexión definida por a `guacConfigGroup` será accesible solo para los usuarios que sean miembros de ese grupo (especificado con el atributo `miembro`), o que sean miembros de grupos asociados".

El esquema LDAP de Guacamole proporciona un tipo de clase de objeto llamado `guacConfigGroup`, descrito anteriormente. Este tipo de clase de objeto proporcionará atributos como:

`guacConfigProtocol`: define el protocolo de conexión, por ejemplo, RDP, SSH, VNC

`guacConfigGroup`: que define los parámetros de conexión asociados con el protocolo especificado, como el nombre del host remoto y el puerto de conexión.

Por lo tanto, se copiarán los archivos de esquema de extensión LDAP de Guacamole al servidor OpenLDAP. Reemplazando `username` y `ldap-server` con el `username` y `address` del servidor OpenLDAP en el siguiente comando.

```
scp -r guacamole-auth-ldap-${VER}/schema nombre de usuario@ldap-servidor:
```

Con el archivo copiado en el servidor OpenLDAP, cargamos los detalles del esquema LDAP de Guacamole en la base de datos de OpenLDAP:

```
ldapadd -Q -Y EXTERNO -H ldapi:/// -f esquema/guacConfigGroup.ldif
```

```
agregando una nueva entrada "cn=guacConfigGroup,cn=schema,cn=config"
```

### 9.2.2 Configurar Guacamole para la autenticación OpenLDAP

A continuación, se procede a configurar Guacamole para la autenticación LDAP. Editar `/etc/guacamole/guacamole.properties` y agregar las siguientes opciones de configuración para definir cómo conectarse al servidor LDAP para la autenticación. Entonces, para que se pueda habilitar la autenticación LDAP, agregar las líneas a continuación:

```
ldap-hostname: IP_SERVER_OPENLDAP
ldap-encryption-method: none
ldap-search-bind-dn: cn=readonly,ou=system,dc=ldapserv,dc=icc115,dc=local
ldap-search-bind-password: P@ssW0rd
```

```
ldap-user-base-dn: dc=ldapsrvr,dc=icc115,dc=local
ldap-username-attribute: uid
ldap-member-attribute: member
ldap-member-attribute-type: dn
ldap-config-base-dn: ou=groups,dc=ldapsrvr,dc=icc115,dc=local
ldap-user-search-filter:
((memberOf=cn=guacSSH,ou=groups,dc=ldapsrvr,dc=icc115,dc=local)(memberOf=cn=guacRDP,ou=groups,dc=ldapsrvr,dc=icc115,dc=local))
```

Guardar y salir del archivo.

### 9.2.3 Verificar la autenticación de Guacamole OpenLDAP

Inicie sesión como uno de los usuarios configurados en OpenLDAP en `http://server-IP:8080/guacamole`.

## 10. Procesos Básicos de OpenLDAP

### 10.1 Añadir un usuario

Para lograrlo, se usará el comando `slappasswd` que produce, a partir de la contraseña original, un hash utilizando el algoritmo SHA-1 (aunque podría cambiar el algoritmo que se aplique usando el argumento `-h`).

```
sudo slappasswd
```

A continuación, el comando pide la contraseña que se desea utilizar. Es decir, la que usará inicialmente el usuario que estamos a punto de crear, cuando necesite autenticarse.

Se debe escribir por duplicado, como siempre, para evitar errores tipográficos.

Al momento, se obtendrá la cadena, codificada con hash SHA-1, que equivale a la contraseña que se ha escrito. Copiarla para utilizarla en el archivo `ldif` que se creará a continuación.

```
sudo nano usr.ldif
```

```
dn: uid=cg15010,ou=unidad,dc=icc115,dc=local
objectClass: top
objectClass: posixAccount
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: person
cn: cg15010
uid: cg15010
ou: grupo
uidNumber: 2000
gidNumber: 10000
homeDirectory: /home/cg15010
loginShell: /bin/bash
userPassword: {SSHA}TWWnxuBaXt1Hx9ohEXqOJPqXZAgm9lwc
sn: cg15010
mail: cg15010@ues.edu.sv
givenName: cg15010
```

Con esto el archivo para cargar el nuevo usuario en el directorio está listo. Para realizar la carga se debe ejecutar el siguiente comando:

```
sudo ldapadd -x -D cn=admin,dc=icc115,dc=local -W -f usr.ldif
```

### 10.1.1 Recuperar información del usuario

Se puede consultar la información total introducida en nuestra base de datos configurada para LDAP. Ejecutar el siguiente código:

```
ldapsearch -xLLL -b "dc=icc115,dc=local" uid=* sn givenName mail
```

Si lo que se desea es hacer una búsqueda más específica, se debe hacer con el siguiente código:

```
ldapsearch -xLLL -b "dc=icc115,dc=local" uid=cg15010 sn givenName cn
```

### 10.1.2 Borrar entradas del Directorio

Para las ocasiones que sea necesario eliminar usuario/grupos o alguna entrada de la base de datos de OpenLDAP, ejecutar el siguiente código configurándolo según las necesidades:

```
ldapdelete -x -W -D 'cn=admin,dc=icc115,dc=local'  
"uid=cg15010,ou=unidad,dc=icc115,dc=local"
```

## 11. CephFS (Admin, Monitor, OSD)

### 11.1 Especificaciones

Ubuntu 22.04 minimal

Equipo:

Nodo	NIC1 (NAT)	CPU	RAM (MB)	DISCO (GB)	NIC
<b>Ceph-admin</b>	192.168.122.40	2	4096	1 x 40	2
<b>Ceph-mon</b>	192.168.122.41	2	4096	1 x 40	2
<b>Ceph-osd1</b>	192.168.122.42	1	2048	1 x 40 1 x 50 1 x 90	2
<b>Ceph-osd2</b>	192.168.122.43	1	2048	1 x 40 1 x 50 1 x 90	2
<b>Ceph-osd3</b>	192.168.122.44	1	2048	1 x 40 1 x 50 1 x 90	2

### 11.2 Configuración en los nodos

Actualizar los paquetes e instalando en todos los nodos

```
apt update && apt upgrade
```

```
apt install net-tools
apt install iputils-ping
```

Instalación y activación de ssh y chrony

```
apt install chrony openssh-server curl
systemctl enable --now chrony
systemctl enable --now sshd
```

Incluyendo los paquetes necesarios para incluir repositorios

```
apt install apt-transport-https ca-certificates curl gnupg-agent software-properties-
common -y
```

Registrando la clave del repositorio de los paquetes

```
curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg | sudo apt-key add -
```

Registrando el repositorio en la lista de apt

```
echo "deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/ubuntu $(lsb_release
-sc) stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker-ce.list
# Actualizar el OS, la lista de paquetes e instalando docker y activarlo
apt update
apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io -y
systemctl enable --now docker
```

### 11.2.1 Configuración en el nodo Ceph-admin

Creando el usuario cephadmin

```
useradd -m -s /bin/bash cephadmin
# Estableciendo un password al usuario cephadmin
passwd cephadmin
```

Haciendo sudo al usuario cephadmin

```
echo "cephadmin ALL=(ALL:ALL) NOPASSWD:ALL" >> /etc/sudoers.d/cephadmin
```

```
chmod 0440 /etc/sudoers.d/cephadmin
```

### 11.2.2 Configuración de los nodos Ceph-mon y Ceph-osds

Editar el archivo `/etc/ssh/sshd_config`

```
# Deberá des comentar la línea siguiente que permite el acceso root.  
# y guarde los cambios  
...  
PermitRootLogin yes  
...
```

Reinicie el servicio.

```
/etc/init.d/ssh restart
```

Ahora establezca una contraseña de root.

```
passwd
```

En el nodo admin

Cambiando al usuario administrador

```
sudo su  
# Descargando el paquete  
wget -q https://github.com/ceph/ceph/raw/pacific/src/cephadm/cephadm -P /usr/bin/  
# Concediendo permisos en la ruta descargada  
chmod +x /usr/bin/cephadm
```

Desplegando el servicio

```
sudo cephadm bootstrap --mon-ip 192.168.3.40
```

La dirección IP deberá corresponder con la IP que tiene asignada el nodo ceph-admin

Una vez que se termine de desplegar el servicio en la terminal una salida como la siguiente:

```
Verifying podman|docker is present...  
Verifying lvm2 is present...
```

```
Verifying time synchronization is in place...
Unit systemd-timesyncd.service is enabled and running
Repeating the final host check...
docker (/usr/bin/docker) is present
systemctl is present
lvcreate is present
Unit systemd-timesyncd.service is enabled and running
Host looks OK
Ceph Dashboard is now available at:
  URL: https://ceph-admin:8443/
  User: admin
  Password: 8964vjghsi
Enabling client.admin keyring and conf on hosts with "admin" label
Enabling autotune for osd_memory_target
You can access the Ceph CLI with:
sudo /usr/bin/cephadm shell --fsid f959b65e-91c2-11ec-9776-abbffb8a52a1 -c
/etc/ceph/ceph.conf -k /etc/ceph/ceph.client.admin.keyring
Please consider enabling telemetry to help improve Ceph:
ceph telemetry on
For more information see:
https://docs.ceph.com/docs/pacific/mgr/telemetry/
Bootstrap complete.
```

Una vez este proceso a través de bootstrap haya finalizado deberá activar Ceph CLI

Desplegando el servicio

```
sudo /usr/bin/cephadm shell --fsid 05a34ecc-ef94-11ed-aa2a-a56b6e2344d6 -c
/etc/ceph/ceph.conf -k /etc/ceph/ceph.client.admin.keyring
```

Debe cambiar el fsid por el que le salió en el comando anterior

Ver la Salud del Clúster

```
ceph -s
```

## Instalando Utilerías

```
sudo cephadm add-repo --release pacific
sudo cephadm install ceph-common
sudo ceph -s
```

## Listando los componentes del Clúster

```
sudo ceph orch host ls
```

## Copiando la llave al Nodo Monitor ceph-mon

```
sudo ssh-copy-id -f -i /etc/ceph/ceph.pub root@cephmon
```

## Agregándole al clúster ceph

```
sudo ceph orch host add cephmon
```

## Asignándole una etiqueta

```
sudo ceph orch host label add cephmon monitor
```

## Copiando la llave a los nodos osd

```
for i in cephosd01 cephosd02 cephosd03; do sudo ssh-copy-id -f -i
/etc/ceph/ceph.pub root@$i; done

# Agregando los nodos osd al clúster
sudo ceph orch host add cephosd01
sudo ceph orch host add cephosd02
sudo ceph orch host add cephosd03

# Asignándole una etiqueta
for i in cephosd1 cephosd2 cephosd3; do sudo ceph orch host
label add $i osd; done
```

## Listando los componentes

```
sudo ceph orch host ls
```

En los nodos osd

Creando las unidades de Volumen de Disco

Listando los discos disponibles en el host

```
sudo fdisk -l
```

Creando el volumen LVM "vg01"

```
vgcreate vg01 /dev/vdb
```

Creando el volumen de disco lv01 en el grupo lvm vg01

```
lvcreate -L 75G -n lv01 vg01
```

Mostrando la información configurada

```
lvdisplay
```

En el nodo admin

Agregando los Volúmenes de disco

```
sudo ceph orch daemon add osd cephosd01:vg01/lv01  
sudo ceph orch daemon add osd cephosd02:vg01/lv01  
sudo ceph orch daemon add osd cephosd03:vg01/lv01  
sudo ceph -s
```

### 11.3 Configuración de Ceph para OpenStack

Antes de la configuración de los volúmenes en Ceph, debemos de hacer lo siguiente:

En el nodo controller:

Instalación de ceph-common y rbd

```
sudo apt-install python3-rbd ceph-common -y
```

#### 11.3.1 Configuración en los nodos compute

Instalación de ceph-common y rbd

```
sudo apt-install python3-rbd ceph-common -y
```

### 11.3.2 Configuración en el nodo Ceph-admin

Creamos los pools

```
ceph osd pool create volumes
ceph osd pool create images
ceph osd pool create backups
ceph osd pool create vms
```

Cambiamos el tamaño de la réplica

```
ceph osd pool set volumes size 2
ceph osd pool set images size 2
ceph osd pool set backups size 2
ceph osd pool set vms size 2
```

Inicializamos los pools

```
rbid pool init volumes
rbid pool init images
rbid pool init backups
rbid pool init vms
```

### 11.3.3 Configuración de clientes OpenStack Ceph

Los nodos que ejecutan glance-api, cinder-volume, nova-compute y cinder-backup actúan como clientes de Ceph. Cada uno requiere el archivo ceph.conf.

En el nodo admin:

```
ssh root@controller sudo tee /etc/ceph/ceph.conf </etc/ceph/ceph.conf
ssh root@compute1 sudo tee /etc/ceph/ceph.conf </etc/ceph/ceph.conf
ssh root@compute2 sudo tee /etc/ceph/ceph.conf </etc/ceph/ceph.conf
```

Configuración de la autenticación del cliente de Ceph

En el nodo admin

```
ceph auth get-or-create client.glance mon 'profile rbd pool=images' mgr 'profile rbd
pool=images'
```

```
ceph auth get-or-create client.cinder mon 'profile rbd' osd 'profile rbd pool=volumes,
profile rbd pool=vms, profile rbd-read-only pool=images' mgr 'profile rbd
pool=volumes, profile rbd pool=vms'
```

```
ceph auth get-or-create client.cinder-backup mon 'profile rbd' osd 'profile rbd
pool=backups' mgr 'profile rbd pool=backups'
```

Agrega los keyrings de client.cinder, client.glance y client.cinder-backup para los nodos apropiados y cambiar su dueño.

```
ceph auth get-or-create client.glance | ssh root@controller sudo tee
/etc/ceph/ceph.client.glance.keyring
ssh root@controller sudo chown glance:glance /etc/ceph/ceph.client.glance.keyring
```

```
ceph auth get-or-create client.cinder | ssh root@compute1 sudo tee
/etc/ceph/ceph.client.cinder.keyring
ssh root@compute1 sudo chown cinder:cinder /etc/ceph/ceph.client.cinder.keyring
```

```
ceph auth get-or-create client.cinder | ssh root@compute2 sudo tee
/etc/ceph/ceph.client.cinder.keyring
ssh root@compute2 sudo chown cinder:cinder /etc/ceph/ceph.client.cinder.keyring
```

```
ceph auth get-or-create client.cinder-backup | ssh root@compute1 sudo tee
/etc/ceph/ceph.client.cinder-backup.keyring
ssh root@compute1 sudo chown cinder:cinder /etc/ceph/ceph.client.cinder-
backup.keyring
```

```
ceph auth get-or-create client.cinder-backup | ssh root@compute2 sudo tee
/etc/ceph/ceph.client.cinder-backup.keyring
ssh root@compute2 sudo chown cinder:cinder /etc/ceph/ceph.client.cinder-
backup.keyring
```

También necesitan almacenar la clave secreta del usuario client.cinder en libvirt. El proceso libvirt lo necesita para acceder al clúster mientras conecta un dispositivo de bloque de Cinder.

Cree una copia temporal de la clave secreta en los nodos que ejecutan nova-compute:

```
ceph auth get-key client.cinder | ssh root@compute1 tee client.cinder.key  
ceph auth get-key client.cinder | ssh root@compute2 tee client.cinder.key
```

Ejecutar el siguiente comando en el nodo ceph-admin y copiar el valor generado. Hay que tenerlo anotado en un lugar seguro:

```
uuidgen
```

Ejecutar en los nodos compute lo siguiente, considerando el valor generado previamente:

```
cat > secret.xml <<EOF  
<secret ephemeral='no' private='no'>  
  <uuid>457eb676-33da-42ec-9a8c-9293d545c337</uuid>  
  <usage type='ceph'>  
    <name>client.cinder secret</name>  
  </usage>  
</secret>  
EOF
```

```
sudo virsh secret-define --file secret.xml
```

```
Secret 457eb676-33da-42ec-9a8c-9293d545c337 created
```

```
sudo virsh secret-set-value --secret 457eb676-33da-42ec-9a8c-9293d545c337 --  
base64 $(cat client.cinder.key) && rm client.cinder.key secret.xml
```

## 11.4 Configurar OpenStack para usar Ceph

### Configuración de Glance

Glance puede utilizar varios backends para almacenar imágenes. Para utilizar dispositivos de bloque Ceph de forma predeterminada, configure Glance de la siguiente manera.

Editar el archivo de `/etc/glance/glance-api.conf` y añada bajo de la sección de `[glance_store]` en el nodo controller

```
[glance_store]
#stores = file,http
#default_store = file
#filesystem_store_datadir = /var/lib/glance/images/
stores = rbd
default_store = rbd
rbd_store_pool = images
rbd_store_user = glance
rbd_store_ceph_conf = /etc/ceph/ceph.conf
rbd_store_chunk_size = 8
```

Para configurar cinder debemos de ir a editar al archivo `/etc/cinder/cinder.conf` en el nodo controller

```
[DEFAULT]
debug = true
#enabled_backends = lvm
enabled_backends = ceph
glance_api_version = 2
volume_clear = none
pure_eradicate_on_delete = true
    En los nodos compute debemos de editar al archivo /etc/cinder/cinder.conf
[DEFAULT]
#enabled_backends = lvm
enabled_backends = ceph
```

```
glance_api_version = 2
volume_clear = none
pure_eradicate_on_delete = true
backup_driver = cinder.backup.drivers.ceph.CephBackupDriver
backup_ceph_conf=/etc/ceph/ceph.conf
backup_ceph_user = cinder-backup
backup_ceph_chunk_size = 134217728
backup_ceph_pool = backups
backup_ceph_stripe_unit = 0
backup_ceph_stripe_count = 0
[ceph]
volume_driver = cinder.volume.drivers.rbd.RBDDriver
rbd_cluster_name = ceph
rbd_pool = volumes
rbd_user = cinder
rbd_ceph_conf = /etc/ceph/ceph.conf
rbd_flatten_volume_from_snapshot = false
rbd_secret_uuid = 4b5fd580-360c-4f8c-abb5-c83bb9a3f964
rbd_max_clone_depth = 5
rbd_store_chunk_size = 4
rados_connect_timeout = -1
```

El `rbd_secret_uuid` se debe de cambiar por el respectivo que se le ha asignado

## 11.5 Configuración de Nova

En cada nodo `nova-compute`, edite el archivo de configuración de Ceph para configurar el backend efímero para Nova e iniciar todas las máquinas virtuales directamente en Ceph.

Abrir el archivo de configuración de Ceph

```
nano /etc/ceph/ceph.conf
```

Agregue la siguiente sección a la sección `[cliente]` del archivo de configuración de Ceph:

```
[client]
rbd cache = true
rbd cache writethrough until flush = true
rbd concurrent management ops = 20
admin socket = /var/run/ceph/guests/$cluster-$type.$id.$pid.$cctid.asok
log file = /var/log/ceph/qemu-guest-$pid.log
```

Cree directorios para el socket de administración y el archivo de registro, y cambie sus permisos para usar el usuario qemu y el grupo libvirt.

```
mkdir -p /var/run/ceph/guests/ /var/log/ceph/
chown libvirt-qemu /var/run/ceph/guests /var/log/ceph/
```

En cada nodo nova-compute, edite el archivo /etc/nova/nova.conf en la sección [libvirt] y configure los siguientes ajustes:

```
[libvirt]
images_type = rbd
images_rbd_pool = vms
images_rbd_ceph_conf = /etc/ceph/ceph.conf
rbd_user = cinder
rbd_secret_uuid = 4b5fd580-360c-4f8c-abb5-c83bb9a3f964
disk_cachemodes="network=writeback"
inject_password = false
inject_key = false
inject_partition = -2
live_migration_flag="VIR_MIGRATE_UNDEFINE_SOURCE,VIR_MIGRATE_PEER
2PEER,VIR_MIGRATE_LIVE,VIR_MIGRATE_PERSIST_DEST,VIR_MIGRATE_T
UNNELLED"
hw_disk_discard = unmap
```

Una vez instalado y configurado se reinician todos los servicios de glance, cinder-volume y cinder-backup.

## 12. Automatización de procesos

### 12.1 Gestor de opciones del menú

```
1  #!/bin/bash
2
3  #Funcion para limpiar ventana y poner encabezado
4  encabezado() {
5      clear
6      echo "UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR"
7      echo "PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO PARA CREACION DE LABORATORIO
8      echo "VIRTUAL PARA FACULTADES UNIVERSITARIAS"
9      echo ""
10     echo "-----"
11     echo ""
12     echo "GESTOR DE LABORATORIO VIRTUAL"
13     echo ""
14 }
15
16 while true; do
17     encabezado # Limpia la pantalla
18
19     # Muestra el menú principal
20     echo "Menú Principal:"
21     echo "1. Administración OpenStack"
22     echo "2. Administración OpenLDAP"
23     echo "0. Salir"
24
25     # Lee la opción del usuario
26     echo ""
27     read -p "Seleccione una opción: " opcion
28
29     # Evalúa la opción seleccionada
30     case $opcion in
31         1) # Llamamos al script para administrar OpenStack
32            clear
33            sudo bash /repositorio/admin_ostack.sh
34            ;;
35         2) # Llamamos al script para administrar OpenLDAP
36            clear
37            sudo bash /repositorio/admin_openldap.sh
38            ;;
39         0)
40            echo ""
41            echo "Saliendo del menú principal. ¡Hasta luego!"
42            clear
43            exit 0
44            ;;
45         *)
46            echo "Opción no válida. Por favor, seleccione una opción válida."
47            ;;
48     esac
49 done
50
```

## 12.2 Gestor de OpenStack

```
1  #!/bin/bash
2
3  encabezado () {
4      clear
5      echo "UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR"
6      echo "PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO PARA CREACION DE LABORATORIO
7      echo "VIRTUAL PARA FACULTADES UNIVERSITARIAS"
8      echo ""
9  }
10
11
12  mostrar_fin () {
13      encabezado
14      echo "Detalle actual de todas las instancias. Espere a que se procese la
15      sleep 15
16      openstack server list
17      echo ""
18      echo ""
19      echo "NOTA: En caso no se muestre la informacion completa, esperar un tiempo
20      echo ""
21      sudo sed -i 's/#nameserver 127.0.0.53/nameserver 127.0.0.53/' /etc/resolv.conf
22      sudo sed -i '/nameserver 8.8.8.8/d' /etc/resolv.conf
23      exit
24  }
25
26  crear_instancia () {
27      local arg_imgname="$1"
28      local i="$2"
29      local num_instancias="$3"
30
31      # ARGUMENTO PARA CREAR NUEVA
32      INSTANCIA-----
33      encabezado
34      echo "Creando instancia $i de $num_instancias"
35      echo "Introduzca el nombre de la nueva instancia:"
36      read instancia_name
37      echo ""
38      echo "Iniciando proceso, puede tomar unos minutos en completarse..."
39      echo ""
40      echo ""
41      echo "Creando nuevo key"
42      echo ""
43
44      # Generar un nombre aleatorio para la clave SSH
45      nombre_clave="clave_$(date +%Y%m%d%H%M%S)"
46
47      # Generar una clave SSH localmente
48      ssh-keygen -t rsa -b 2048 -f "$nombre_clave"
49
50      # Subir la clave SSH a OpenStack
51      openstack keypair create --public-key "${nombre_clave}.pub" "$nombre_clave"
52
53      # Limpiar archivos temporales (opcional)
54      rm "${nombre_clave}" "${nombre_clave}.pub"
55
56      echo ""
57      echo ""
58      echo ""
59      openstack server create --flavor $flavor_name --image $arg_imgname --nic net-id=
60      c22b9c5e-6483-4eda-84e0-91bde13ad5ff --security-group
61      d75a1635-74be-43bd-ac7e-f144bcc84894 --key-name $nombre_clave $instancia_name
62      echo ""
63      echo "El proceso ha finalizado. Verificar que la instancia se haya montado de
```

```

62     forma correcta."
63     echo ""
64     echo "Presione una tecla para continuar..."
65     read -n 1 -s
66     mostrar_fin
67 }
68
69 crear_flavor () {
70     # verificar si desea crear instancia de la imagen
71     echo ""
72     echo
73     -----
74     echo ""
75     echo "Los sabores disponibles para crear una instancia son:"
76     echo ""
77     openstack flavor list
78     echo ""
79     echo "Desea utilizar alguno de los sabores existentes o crear uno nuevo? (e|E)=
80     Existente (n|N)= Nuevo:"
81     read crearsabor
82     while true; do
83         if [ "$crearsabor" == "n" ] || [ "$crearsabor" == "N" ]; then
84             echo "Introduzca el nombre para el nuevo sabor:"
85             read flavor_name
86             echo "Introduzca el tamaño para disco duro en Gb: (max 20Gb)"
87             read disk
88             echo "Introduzca el tamaño para la memoria ram en mb: (max 2048Mb)"
89             read ram
90             echo "Introduzca la cantidad de núcleos: (max 2)"
91             read nucleos
92             openstack flavor create --vcpus $nucleos --ram $ram --disk $disk
93             $flavor_name
94             echo ""
95             echo "El nuevo sabor se creó con éxito"
96             echo
97             -----
98             echo ""
99             echo "Se procede a crear la nueva instancia"
100            echo ""
101            echo ""
102            echo "Presione una tecla para continuar..."
103            read -n 1 -s
104            break
105        elif [ "$crearsabor" == "e" ] || [ "$crearsabor" == "E" ]; then
106            echo "Introduzca el nombre del sabor que desea utilizar? (Escribir el
107            nombre del sabor como se muestra en el cuadro)"
108            read flavor_name
109            echo ""
110            echo "Se procede a crear la nueva instancia"
111            echo ""
112            echo ""
113            echo "Presione una tecla para continuar..."
114            read -n 1 -s
115            break
116        else
117            echo "Opción no válida. Por favor, selecciona 'e|E' o 'n|N':"
118            read -r crearsabor
119        fi
120    done
121 }
122
123 fin_file () {
124     sudo sed -i 's/#nameserver 127.0.0.53/nameserver 127.0.0.53/' /etc/resolv.conf
125     sudo sed -i '/nameserver 8.8.8.8/d' /etc/resolv.conf
126     clear
127     exit
128 }

```

```

127 # CODIGO PRINCIPAL-----
128 . /home/ubuntu/admin-openrc
129 cd /mnt/extention
130 sudo sed -i 's/nameserver 127.0.0.53/#nameserver 127.0.0.53/' /etc/resolv.conf
131 echo "nameserver 8.8.8.8" | sudo tee -a /etc/resolv.conf
132
133 encabezado
134 # CREAR IMAGEN-----
135 echo "Desea crear una imagen en OpenStack? (y|n) (Y|N)"
136 read -r crearing
137 while true; do
138     if [ "$crearing" == "y" ] || [ "$crearing" == "Y" ]; then
139         echo "Introduzca el link de descarga de la imagen para OpenStack:"
140         read link_img
141         echo "Introduzca el nombre de la nueva imagen:"
142         read name_img
143         # Creamos carpeta temporal
144         temp_dir="/mnt/extention"
145         filename="$name_img.qcow2"
146
147         # Descargar la imagen a la carpeta temporal con el nombre estándar
148         wget --no-check-certificate "$link_img" -O "$temp_dir/$filename"
149         newname="$name_img.raw"
150
151         # Cargar la imagen en OpenStack desde la carpeta temporal
152         encabezado
153         echo "Iniciando montaje de imagen en OpenStack"
154         echo ""
155         echo "... Convirtiendo formato de la imagen"
156         echo ""
157         qemu-img convert -f qcow2 -O raw $filename $newname
158         rm "$temp_dir/$filename"
159         echo "... Subiendo la nueva imagen a OpenStack"
160         echo ""
161         glance image-create --name "$name_img" --file "$temp_dir/$newname"
162         --disk-format raw --container-format bare --visibility public
163         echo ""
164         echo "La imagen se creo con exito!!!"
165         echo ""
166         echo
167         echo "-----"
168         echo ""
169         echo "Lista de imagenes disponibles en OpenStack"
170         echo ""
171         openstack image list
172
173         # Eliminar la imagen temporal después de cargarla en OpenStack (opcional)
174         rm "$temp_dir/$newname"
175         echo ""
176         echo ""
177         echo ""
178         echo "Presione una tecla para continuar..."
179         read -n 1 -s
180
181         # verificar si desea crear instancia de la imagen
182         encabezado
183         echo "Desea crear una instancia de esta imagen en OpenStack? (y|n) (Y|N)"
184         read crearinsta
185         while true; do
186             if [ "$crearinsta" == "y" ] || [ "$crearinsta" == "Y" ]; then
187                 crear_flavor
188                 echo "Introduzca la cantidad de instancias que desea crear:"
189                 read num_instancias
190                 for ((i = 1; i <= num_instancias; i++)); do
191                     encabezado
192                     crear_instancia $name_img $i $num_instancias
193                 done
194                 fin_file
195             elif [ "$crearinsta" == "n" ] || [ "$crearinsta" == "N" ]; then
196                 fin_file

```

```

197         else
198             echo "Opción no válida. Por favor, selecciona 'y|Y' o 'n|N'."
199             read -r crearinsta
200         fi
201     done
202
203     break
204
205     elif [ "$crearing" == "n" ] || [ "$crearing" == "N" ]; then
206         break
207     else
208         echo "Opción no válida. Por favor, selecciona 'y|Y' o 'n|N'."
209         read -r crearing
210     fi
211 done
212
213 encabezado
214 # CREAR NUEVA
215 INSTANCIA-----
216 echo "Desea crear una instancia para OpenStack? (y|n) (Y|N)"
217 read newinsta
218 while true; do
219     if [ "$newinsta" == "y" ] || [ "$newinsta" == "Y" ]; then
220         echo "Las imagenes disponibles para cear una instancia son:"
221         openstack image list
222         echo ""
223         echo "Introduzca el nombre de la imagen que desea utilizar"
224         read img_name
225         crear_flavor
226         echo "Introduzca la cantidad de instancias que desea crear:"
227         read num_instancias
228         for ((i = 1; i <= num_instancias; i++)); do
229             encabezado
230             crear_instancia $img_name $i $num_instancias
231         done
232         fin_file
233     elif [ "$newinsta" == "n" ] || [ "$newinsta" == "N" ]; then
234         fin_file
235     else
236         echo "Opción no válida. Por favor, selecciona 'y|Y' o 'n|N'."
237         read -r newinsta
238     fi
239 done
240
241 fin_file
242

```

## 12.3 Gestor de OpenLDAP

```
1  #!/bin/bash
2
3  # Carga la configuración del servidor LDAP
4  source ldap-config
5
6  #Funcion para limpiar ventana y poner encabezado
7  encabezado() {
8      clear
9      echo "UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR"
10     echo "PROTOTIPO DE INFRAESTRUCTURA COMO UN SERVICIO PARA CREACION DE LABORATORIO
11     echo "VIRTUAL PARA FACULTADES UNIVERSITARIAS"
12     echo "-----"
13     echo ""
14     echo "GESTOR DE OPENLDAP"
15     echo ""
16 }
17 while true; do
18     encabezado # Limpia la pantalla
19
20     # Muestra el menú principal
21     echo "Menú Principal:"
22     echo "1. Administrar usuarios"
23     echo "2. Administrar acceso a MV"
24     echo "0. Salir"
25
26     # Lee la opción del usuario
27     echo ""
28     read -p "Seleccione una opción: " opcion
29
30     # Evalúa la opción seleccionada
31     case $opcion in
32         1)
33             # Menú para Administrar usuarios
34             while true; do
35                 encabezado # Limpia la pantalla
36
37                 # Muestra el menú de administración de usuarios
38                 echo "Menú Administrar Usuarios:"
39                 echo "1. Listar Usuarios"
40                 echo "2. Creación Masiva de Usuarios"
41                 echo "3. Creación Individual de Usuario"
42                 echo "4. Eliminar Usuario"
43                 echo "5. Editar permisos de conexión de Usuarios"
44                 echo "6. Regresar al Menú Principal"
45                 echo "0. Salir"
46
47                 # Lee la opción del usuario
48                 echo ""
49                 read -p "Seleccione una opción: " opcion_usuarios
50
51                 # Evalúa la opción seleccionada
52                 case $opcion_usuarios in
53                     1)
54                         encabezado
55                         echo "Lista de Usuarios disponibles"
56
57                         echo ""
58                         # Agrega aquí la lógica para listar usuarios
59                         LDAP_FILTER="(objectClass=posixAccount)"
60                         ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D
61                         "$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD" -b "$USUARIOS_BASE_DN"
62                         "(objectClass=posixAccount)" dn -LLL
63
64                         ;;
65                     2)
66                         encabezado
67                         echo "Creación Masiva de Usuarios"
68                         # Agrega aquí la lógica para creación masiva de usuarios
69                         # Solicitar al usuario el enlace web para descargar el archivo CSV
70                         read -p "Ingrese el enlace web para descargar el archivo CSV: " CSV_URL
71
72                         # Ruta donde se almacenará el archivo CSV
```

```

69     CSV_FILE="usuarios.csv"
70
71     # Descargar el archivo CSV desde el enlace web
72     wget -O "$SCSV_FILE" "$SCSV_URL"
73     #tail para omitir la primera linea
74     tail -n +2 "$SCSV_FILE" > "usuarios_sin_encabezados.csv"
75     rm usuarios.csv
76     CSV_FILE="usuarios_sin_encabezados.csv"
77     # Verificar si la descarga fue exitosa
78     if [ $? -eq 0 ]; then
79         echo "Descarga del archivo CSV exitosa."
80     else
81         echo "Error en la descarga del archivo CSV."
82         exit 1
83     fi
84
85     # Directorio donde se almacenan los archivos LDIF para cada MV
86     LDIF_DIR="ldif_por_MV"
87
88     # Comprobar si el archivo CSV existe
89     if [ ! -f "$SCSV_FILE" ]; then
90         echo "El archivo CSV '$SCSV_FILE' no existe."
91         exit 1
92     fi
93
94     # Crear directorio para los archivos LDIF por MV
95     mkdir -p "$LDIF_DIR"
96
97     # Procesar el archivo CSV y generar entradas LDIF por usuario
98     while IFS=, read -r ID NOMBRES APELLIDOS CORREO RDP_WIN RDP_LIN SSH_LIN
99     OpenStack ROL
100     do
101         # Generar una entrada LDIF para cada usuario
102         USER_LDIF="$LDIF_DIR/user_$CORREO.ldif"
103         echo "dn: uid=$CORREO,ou=people,dc=iccl15,dc=local" >> "$USER_LDIF"
104         echo "objectClass: inetOrgPerson" >> "$USER_LDIF"
105         echo "objectClass: posixAccount" >> "$USER_LDIF"
106         echo "objectClass: shadowAccount" >> "$USER_LDIF"
107         echo "uid: $CORREO" >> "$USER_LDIF"
108         echo "cn: $NOMBRES $APELLIDOS" >> "$USER_LDIF"
109         echo "sn: $APELLIDOS" >> "$USER_LDIF"
110         echo "givenName: $NOMBRES" >> "$USER_LDIF"
111         echo "displayName: $NOMBRES $APELLIDOS" >> "$USER_LDIF"
112         echo "uidNumber: 10000" >> "$USER_LDIF"
113         echo "gidNumber: 10000" >> "$USER_LDIF"
114         echo "userPassword: password" >> "$USER_LDIF"
115         echo "gecos: $NOMBRES $APELLIDOS" >> "$USER_LDIF"
116         echo "loginShell: /bin/bash" >> "$USER_LDIF"
117         echo "homeDirectory: /home/$CORREO" >> "$USER_LDIF"
118         echo "shadowExpire: -1" >> "$USER_LDIF"
119         echo "shadowFlag: 0" >> "$USER_LDIF"
120         echo "shadowWarning: 7" >> "$USER_LDIF"
121         echo "shadowMin: 8" >> "$USER_LDIF"
122         echo "shadowMax: 999999" >> "$USER_LDIF"
123         echo "shadowLastChange: 10877" >> "$USER_LDIF"
124         echo "mail: $CORREO" >> "$USER_LDIF"
125         echo "postalCode: 50306" >> "$USER_LDIF"
126         echo "o: iccl15" >> "$USER_LDIF"
127         echo "initials: ${NOMBRES:0:1}${APELLIDOS:0:1}" >> "$USER_LDIF"
128         echo "" >> "$USER_LDIF"
129
130         # Agregar el atributo "member" a las configuraciones de MV
131         correspondientes
132         if [ "$RDP_WIN" -eq 1 ]; then
133             MV_LDIF="$LDIF_DIR/MV1.ldif"
134             echo "dn: cn=MV1,ou=groups,dc=iccl15,dc=local" >> "$MV_LDIF"
135             echo "changetype: modify" >> "$MV_LDIF"
136             echo "add: member" >> "$MV_LDIF"
137             echo "member: uid=$CORREO,ou=people,dc=iccl15,dc=local" >>
138             "$MV_LDIF"
139             echo "" >> "$MV_LDIF"
140         fi
141     done

```

```

139         if [ "$RDP_LIN" -eq 1 ]; then
140             MV_LDIF="$LDIF_DIR/MV2.ldif"
141             echo "dn: cn=MV2,ou=groups,dc=iccl15,dc=local" >> "$MV_LDIF"
142             echo "changetype: modify" >> "$MV_LDIF"
143             echo "add: member" >> "$MV_LDIF"
144             echo "member: uid=$CORREO,ou=people,dc=iccl15,dc=local" >>
"$MV_LDIF"
145         echo "" >> "$MV_LDIF"
146         fi
147
148         if [ "$SSH_LIN" -eq 1 ]; then
149             MV_LDIF="$LDIF_DIR/MV3.ldif"
150             echo "dn: cn=MV3,ou=groups,dc=iccl15,dc=local" >> "$MV_LDIF"
151             echo "changetype: modify" >> "$MV_LDIF"
152             echo "add: member" >> "$MV_LDIF"
153             echo "member: uid=$CORREO,ou=people,dc=iccl15,dc=local" >>
"$MV_LDIF"
154         echo "" >> "$MV_LDIF"
155         fi
156
157         #if [ "$OpenStack" -eq 1 ]; then
158             # MV_LDIF="$LDIF_DIR/MV4.ldif"
159             # echo "dn: cn=MV4,ou=groups,dc=iccl15,dc=local" >> "$MV_LDIF"
160             # echo "changetype: modify" >> "$MV_LDIF"
161             # echo "add: member" >> "$MV_LDIF"
162             # echo "member: uid=$CORREO,ou=people,dc=iccl15,dc=local" >>
"$MV_LDIF"
163             # echo "" >> "$MV_LDIF"
164             #fi
165
166     done < "$CSV_FILE"
167
168     rm "$LDIF_DIR"/user_CORREO.ldif
169
170     # Utilizar ldapmodify para aplicar las modificaciones a las
171     # configuraciones de MV
172     for USER_LDIF_FILE in "$LDIF_DIR"/user *.ldif; do
173         ldapadd -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D
"$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD" -f "$USER_LDIF_FILE"
174         done
175
176     for MV_LDIF_FILE in "$LDIF_DIR"/MV*.ldif; do
177         ldapmodify -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
"$LDAP_PASSWORD" -f "$MV_LDIF_FILE"
178     done
179
180     # Verificar el resultado de la asignación de usuarios a MVs
181     if [ $? -eq 0 ]; then
182         echo "La asignación de usuarios a MVs se ha realizado con éxito."
183     else
184         echo "Error en la asignación de usuarios a MVs."
185     fi
186     rm -r ldif_por_MV
187     rm usuarios_sin_encabezados.csv
188     ;;
189     3)
190     USUARIOS_BASE_USU="ou=people,dc=iccl15,dc=local"
191     encabezado
192         echo "Creación Individual de Usuario"
193         # Agrega aquí la lógica para creación individual de usuario
194         # Solicitar información al usuario
195         read -p "Ingrese el nombre de usuario (ID de acceso): " uid
196         read -p "Ingrese el nombre (Nombre): " givenName
197         read -p "Ingrese el apellido (Apellido): " sn
198         read -p "Ingrese el correo (usuario@dominio.com): " mail
199         read -p "Ingrese la contraseña: " userPassword
200         # Crear el contenido del archivo LDIF
201         cat <<EOF > nuevo_usuario.ldif
202         dn: uid=$uid,$USUARIOS_BASE_USU
203         objectClass: inetOrgPerson
204         objectClass: posixAccount
205         objectClass: shadowAccount
206         uid: $uid

```

```

206 sn: $sn
207 givenName: $givenName
208 cn: $givenName $sn
209 userPassword: $userPassword
210 uidNumber: 10000
211 gidNumber: 10000
212 gecos: $givenName $sn
213 loginShell: /bin/bash
214 homeDirectory: /home/$uid
215 shadowExpire: -1
216 shadowFlag: 0
217 shadowWarning: 7
218 shadowMin: 8
219 shadowMax: 999999
220 shadowLastChange: 10877
221 mail: $mail
222 postalCode: 50306
223 o: iccl15
224 initials: ${givenName:0:1}${sn:0:1}
225 EOF
226 # Agregar el nuevo usuario al servidor LDAP
227 ldapadd -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
"$LDAP_PASSWORD" -f nuevo_usuario.ldif

228
229 # Eliminar el archivo LDIF temporal
230 rm nuevo_usuario.ldif
231 ;;
232 4)
233 USUARIOS_BASE_DELETE="ou=people,dc=iccl15,dc=local"
234 encabezado
235 echo "Eliminar Usuario"
236 # Agrega aquí la lógica para eliminar usuario
237 echo ""
238 echo "Lista de usuarios activos"
239 echo ""
240 LDAP_FILTER="(objectClass=posixAccount)"
241 ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D
"$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD" -b
"ou=people,dc=iccl15,dc=local" "(objectClass=posixAccount)" dn
-LLL

242
243 # Solicitar al usuario el UID del usuario que desea eliminar
244 read -p "Ingrese el UID del usuario que desea eliminar: " usuario_uid
245
246 # Comprobar si el usuario existe antes de eliminarlo
247 ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
"$LDAP_PASSWORD" -b "$USUARIOS_BASE_DELETE" "(uid=$usuario_uid)"

248
249 # Verificar el resultado de la búsqueda
250 if [ $? -eq 0 ]; then
251 # El usuario existe, proceder con la eliminación
252 ldapdelete -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
"$LDAP_PASSWORD" "uid=$usuario_uid,$USUARIOS_BASE_DELETE"
253 echo "El usuario con UID '$usuario_uid' ha sido eliminado con éxito."
254 else
255 echo "El usuario con UID '$usuario_uid' no existe en el servidor
LDAP."
256 fi
257
258 ;;
259 5)
260 # Menú para Editar permisos de conexión de Usuarios
261 while true; do
262 encabezado # Limpia la pantalla
263
264 # Muestra el menú de edición de permisos
265 echo "Menú Editar permisos de conexión de Usuarios:"
266 echo "1. Asociar usuario a MV"
267 echo "2. Eliminar usuario de MV"
268 echo "3. Regresar al Menú de Usuarios"
269 echo "0. Salir"
270
271 # Lee la opción del usuario

```

```

272     echo ""
273         read -p "Seleccione una opción: " opcion_permisos
274
275         # Evalúa la opción seleccionada
276         case $opcion_permisos in
277             1)
278                 encabezado
279                 echo "Asociar usuario a MV"
280                 # Agrega aquí la lógica para asociar usuario a MV
281                 # Solicitar al usuario el nombre del usuario y la MV a la que
                desea asociarse
282                 clear
283                 MV_BASE_DN="ou=groups,dc=iccl15,dc=local"
284                 USUARIOS_BASE_DN="ou=people,dc=iccl15,dc=local"
285                 read -p "Ingrese el nombre del usuario (uid): " usuario_uid
286                 read -p "Ingrese el nombre de la MV (cn del grupo): " mv_cn
287                 # Realizar la consulta para verificar la existencia del usuario
288                 usuario_existente=$(ldapsearch -x -H
                "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
                "$LDAP_PASSWORD" -b "$USUARIOS_BASE_DN" "(uid=$usuario_uid)" |
                grep -c "dn:")
289
290                 # Realizar la consulta para verificar la existencia de la MV
291                 mv_existente=$(ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT"
                -D "$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD" -b "$MV_BASE_DN"
                "(cn=$mv_cn)" | grep -c "dn:")
292
293                 # Verificar el resultado de las búsquedas
294                 if [ $usuario_existente -eq 1 ] && [ $mv_existente -eq 1 ]; then
295                     # El usuario y la MV existen, proceder con la asociación
296                     ldif="dn: cn=$mv_cn,$MV_BASE_DN\nchangetype: modify\nadd:
                member\nmember: uid=$usuario_uid,$USUARIOS_BASE_DN"
297                     echo -e "$ldif" | ldapmodify -x -H
                "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
                "$LDAP_PASSWORD"
298                     echo "El usuario '$usuario_uid' ha sido asociado a la MV
                '$mv_cn' con éxito."
299                 else
300                     echo "El usuario o la MV especificados no existen en el
                servidor LDAP."
301                 fi
302
303                 ;;
304             2)
305                 encabezado
306                 echo "Eliminar usuario de MV"
307                 # Agrega aquí la lógica para eliminar usuario de
                MV
308                 MV_BASE_DN="ou=groups,dc=iccl15,dc=local"
309                 USUARIOS_BASE_DN="ou=people,dc=iccl15,dc=local"
310
311                 # Solicitar al usuario el nombre del usuario (uid) y el nombre de
                la MV (cn del grupo)
312                 read -p "Ingrese el nombre del usuario (uid): " usuario_uid
313                 read -p "Ingrese el nombre de la MV (cn del grupo): " mv_cn
314                 # Realizar la consulta para verificar la existencia del usuario y
                la MV
315                 usuario_existente=$(ldapsearch -x -H
                "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
                "$LDAP_PASSWORD" -b "$USUARIOS_BASE_DN" "(uid=$usuario_uid)" |
                grep -c "dn:")
316                 mv_existente=$(ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT"
317                 -D "$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD" -b "$MV_BASE_DN"
318                 "(cn=$mv_cn)" | grep -c "dn:")
319
320                 # Verificar el resultado de las búsquedas
321                 if [ $usuario_existente -eq 1 ] && [ $mv_existente -eq 1 ]; then
322                     # El usuario y la MV existen, proceder con la eliminación de
                la asociación
323                     ldif="dn: cn=$mv_cn,$MV_BASE_DN\nchangetype: modify\ndelete:
                member\nmember: uid=$usuario_uid,$USUARIOS_BASE_DN"
324                     echo -e "$ldif" | ldapmodify -x -H
                "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
                "$LDAP_PASSWORD"

```

```

322         echo "El usuario '$usuario_uid' ha sido eliminado de la MV
323         '$mv_cn' con éxito."
324     else
325         echo "El usuario o la MV especificados no existen en el
326         servidor LDAP o no se encuentra la asociación."
327     fi
328     ;;
329     3)
330         break # Regresar al Menú de Usuarios
331     ;;
332     0)
333         echo "Saliendo del programa. ¡Hasta luego!"
334     clear
335         exit 0
336     ;;
337     *)
338         echo "Opción no válida. Por favor, seleccione una
339         opción válida."
340     ;;
341     esac
342     # Pausa para que el usuario pueda ver el resultado
343     read -p "Presione Enter para continuar..."
344     done
345     ;;
346     6)
347         break # Regresa al Menú Principal
348     ;;
349     0)
350         echo "Saliendo del programa. ¡Hasta luego!"
351     clear
352         exit 0
353     ;;
354     *)
355         echo "Opción no válida. Por favor, seleccione una opción
356         válida."
357     ;;
358     esac
359     read -p "Presione Enter para continuar..."
360     done
361     ;;
362     2)
363         # Menú para Administrar acceso a MV
364         while true; do
365             encabezado # Limpia la pantalla
366
367             # Muestra el menú de administración de acceso a MV
368             echo "Menú Administrar Acceso a MV:"
369             echo "1. Listar configuraciones de acceso a MV disponibles"
370             echo "2. Crear nueva configuración de acceso a MV"
371             echo "3. Eliminar configuración de acceso a MV"
372             echo "4. Regresar al Menú Principal"
373             echo "0. Salir"
374
375             # Lee la opción del usuario
376             echo ""
377             read -p "Seleccione una opción: " opcion_acceso_mv
378
379             # Evalúa la opción seleccionada
380             case $opcion_acceso_mv in
381                 1)
382                     encabezado
383                     echo "Lista de configuraciones de acceso a MV disponibles"
384                     echo ""
385                     # Agrega aquí la lógica para listar configuraciones de acceso
386                     # a MV
387                     #ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D
388                     "$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD" -b "dc=iccl15,dc=local"
389                     "(objectClass=guacConfigGroup)" dn -LLL
390                     # Obtén una lista de todas las máquinas (grupos) en tus
391                     # archivos LDIF
392                     ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D
393                     "$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD" -b "dc=iccl15,dc=local"

```

```

        "(objectClass=guacConfigGroup)" dn -LLL | while read -r
        group_dn
386     do
387         # Extrae el nombre del grupo de la entrada DN
388         group_name=$(echo "$group_dn")
389         line=$(echo "$group_name" | sed 's/^dn: //')
390         # Muestra el nombre del grupo
391         mv_name=$(echo "$group_name" | sed -n 's/^dn:
cn=\.*)\,ou=groups,dc=iccl15,dc=local/\1/p')
392         # Verifica si la línea no está vacía
393         if [ -n "$line" ]; then
394             # Agrega aquí el código que deseas ejecutar si la línea no está
vacía
395             echo "Nombre del Grupo: $mv_name"
396             # Obtiene la lista de miembros para el grupo actual
397             ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D
"$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD" -b "$line" member -LLL

398         else
399             echo ""
400             # Puedes agregar código adicional si la línea está vacía
401         fi
402
403         done
404         ;;
405     2)
406         CONFIGURACIONES_BASE_GROUP="ou=groups,dc=iccl15,dc=local"
407         encabezado
408         echo "Crear nueva configuración de acceso a MV"
409         # Agrega aquí la lógica para crear nueva configuración de acceso a MV
410         # Solicitar información al usuario
411         read -p "Ingrese el nombre de la nueva configuración de acceso a MV: "
nombre
412         read -p "Ingrese el CN de la nueva configuración de acceso a MV: " cn_mv
413         read -p "Ingrese el protocolo (por ejemplo, ssh): " protocolo
414         read -p "Ingrese la dirección IP del MV: " ip
415         read -p "Ingrese el puerto (por ejemplo, 22): " puerto
416         # Crear el contenido del archivo LDIF
417         cat <<EOF > nueva_configuracion.ldif
418         dn: cn=$cn_mv,$CONFIGURACIONES_BASE_GROUP
419         objectClass: guacConfigGroup
420         objectClass: groupOfNames
421         cn: $nombre
422         guacConfigProtocol: $protocolo
423         guacConfigParameter: hostname=$ip
424         guacConfigParameter: port=$puerto
425         guacConfigParameter: ignore-cert=true
426         member: cn=admin,dc=iccl15,dc=local
427         EOF
428
429         # Agregar la nueva configuración al servidor LDAP
430         ldapadd -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
"$LDAP_PASSWORD" -f nueva_configuracion.ldif

431
432         # Eliminar el archivo LDIF temporal
433         rm nueva_configuracion.ldif
434         ;;
435     3)
436         encabezado
437         echo "Eliminar configuración de acceso a MV"
438         echo ""
439         # Agrega aquí la lógica para listar las configuraciones de acceso a MV
disponibles
440         echo ""
441         echo "Configuraciones de acceso a MV disponibles:"
442         echo ""
443         # Agrega aquí la lógica para listar las configuraciones
444         ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
"$LDAP_PASSWORD" -b "dc=iccl15,dc=local" "(objectClass=guacConfigGroup)"
dn -LLL
445         # Solicitar al usuario que seleccione la configuración a eliminar
446         echo ""
447         read -p "Ingrese el CN de la configuración que desea eliminar: " mv_uid
448         # Lógica para eliminar la configuración seleccionada

```

```

449         #ldapdelete -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
"$LDAP_PASSWORD"
"$configuracion_a_eliminar,ou=groups,dc=iccl15,dc=local"
450     ldapsearch -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D "$LDAP_USER" -w
"$LDAP_PASSWORD" -b "ou=groups,dc=iccl15,dc=local" "(cn=$mv_uid)"
451 # Verificar el resultado de la búsqueda
452     if [ $? -eq 0 ]; then
453         # El usuario existe, proceder con la eliminación
454         ldapdelete -x -H "ldap://$LDAP_SERVER:$LDAP_PORT" -D
"$LDAP_USER" -w "$LDAP_PASSWORD"
"cn=$mv_uid,ou=groups,dc=iccl15,dc=local"
455         echo "La MV con CN '$mv_uid' ha sido eliminado con éxito."
456     else
457         echo "La MV con CN '$mv_uid' no existe en el servidor
LDAP."
458     fi
459     ;;
460 4) break # Regresar al Menú Principal
461     ;;
462 0)
463     clear
464     echo "Saliendo del programa. ¡Hasta luego!"
465     exit 0
466     ;;
467 *)
468     echo "Opción no válida. Por favor, seleccione una opción
válida."
469     ;;
470 esac
471
472 # Pausa para que el usuario pueda ver el resultado
473 read -p "Presione Enter para continuar..."
474 done
475 ;;
476 0)
477     clear
478     echo "Saliendo del programa. ¡Hasta luego!"
479     exit 0
480     ;;
481 *)
482     echo "Opción no válida. Por favor, seleccione una opción válida."
483     ;;
484 esac
485
486 # Pausa para que el usuario pueda ver el resultado
487 read -p "Presione Enter para continuar..."
488 done
489
490

```