

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**AUTOMATIZACIÓN DE CENTRO DE DATOS
INFRAESTRUCTURA DE CENTROS DE DATOS VIRTUALES**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
TELECOMUNICACIONES**

STEFANO ANDRES RODRIGUEZ MOSQUERA

stefano.rodriguez@epn.edu.ec

DIRECTOR: CARLOS ALFONSO HERRERA MUÑOZ

carlos.herrera@epn.edu.ec

DMQ, agosto 2023

CERTIFICACIONES

Yo, Stefano Andrés Rodríguez Mosquera declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

STEFANO ANDRES RODRIGUEZ MOSQUERA

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Stefano Andrés Rodríguez Mosquera, bajo mi supervisión.

CARLOS ALFONSO HERRERA MUÑOZ
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el producto resultante del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

STEFANO ANDRES RODRIGUEZ MOSQUERA

CARLOS ALFONSO HERRERA MUÑOZ

DEDICATORIA

A mi madre, que con su amor y cariño me impulso a seguir adelante, en cada tropiezo logro levantarme y enderezar mi camino para poder ser un profesional de bien.

A mi padre, que con su ejemplo de esfuerzo y valentía me enseñó a no darme por vencido, apoyándome en cada paso, levantándome en cada tropiezo y festejándome en cada logro.

A mi hermana, que con su dedicación y esfuerzo logro demostrarme que nada es imposible y que todo lo que nos propongamos esta siempre a nuestro alcance.

A mi abuelita, que desde siempre ha estado presente en cada circunstancia y necesidad con su amor incondicional.

A mis amigos, parte importante de mi vida universitaria, con los que he compartido grandes momentos de felicidad y de tristeza hasta alcanzar el objetivo que todos esperamos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar mi camino y darme la capacidad de mejorar cada día para ser un mejor profesional y una mejor persona. A mi familia Iveth Mosquera, Lenin Rodríguez y Kamila Rodríguez por estar siempre apoyándome moral y económicamente. A mi amiga Iliana Carrera quien me ha demostrado ser una amiga incondicional, apoyándome y estando conmigo en cada momento de necesidad. A mi amiga Vanessa Villacis quien fue mi compañera de carrera y con quien compartí la mayor parte de la universidad. A mis amigos, mi segunda familia que estuvo presente para compartir momentos inolvidables. A mi tutor Ing. Carlos Herrera por la paciencia y esfuerzo que me dedico en el proceso de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1 INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	2
1.1.1 Fase de Planteamiento.....	2
1.1.2 Fase de implementación.....	2
1.1.3 Fase de Análisis de Resultados.....	2
1.4 Marco teórico	3
1.1.4 Centros de Datos Virtuales.....	3
1.1.4.1 Definición	3
1.1.4.2 Consideraciones para la implementación de un VDC.....	3
1.1.4.2.1 Servicios de identidad y directorio.....	4
1.1.4.2.2 Infraestructura de seguridad	5
1.1.4.2.3 Conectividad a la nube.....	5
1.1.4.3 Topologías	6
1.1.4.3.1 Topología Plana.....	6
1.1.4.3.2 Topología de Estrella	6
1.1.4.3.3 Topología de Árbol.....	7
1.1.4.3.4 Topología de Malla.....	8
1.1.4.4 Componentes.....	10
1.1.4.4.1 Servidores Virtuales	10
1.1.4.4.2 Hipervisor.....	10
1.1.4.4.3 Almacenamiento Virtualizado.....	11
1.1.4.4.4 Red Virtualizada.....	12
1.1.4.4.5 Gestión y Orquestación.....	13

1.1.4.4.6	Balanceo de Carga	13
1.1.4.4.7	Seguridad.....	14
2	METODOLOGÍA	14
2.1	Arquitectura de Switches virtuales para Centro de Datos	14
2.1.1	Cisco Nexus 1000V	15
2.1.2	Open vSwitch (OVS).....	16
2.1.3	Microsoft Hyper-V Virtual Switch	18
2.1.4	IBM Virtual Fabric Switch (VFS)	19
2.2	Alternativas de servicio de Centro de Datos Virtual	21
2.2.1	Amazon AWS	24
2.2.2	VMware	34
3	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
3.1	Resultados	40
3.1.1	Comparación entre los servicios de VMware y Amazon Web Services (AWS) 40	
3.2	Conclusiones.....	43
3.3	Recomendaciones.....	44
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

RESUMEN

La Infraestructura de Centros de Datos Virtuales (VDC) permite optimizar la utilización de recursos, incrementar la flexibilidad y agilidad, así como simplificar las tareas administrativas y de mantenimiento de las empresas. Este enfoque se apoya en la virtualización y abstracción de componentes físicos tradicionales, como servidores, almacenamiento y redes, para crear un entorno virtualizado unificado y altamente escalable.

En este trabajo se presenta una revisión de dos diferentes servicios ofrecidos para VDC, uno enfocado en entornos locales ya implementados en la empresa y otro enfocado en un entorno virtual. Partiendo de los puntos más importantes en un VDC como son virtualización, optimización, escalabilidad, gestión, flexibilidad y seguridad. Nos permite tener una mayor claridad de los beneficios que estos pueden aportar a la empresa partiendo de los recursos e infraestructura que la empresa pueda o no ya tener.

El presente trabajo tiene 3 capítulos, en el primer capítulo se presenta la definición, las consideraciones para la implementación y los componentes principales de un VDC, en el segundo capítulo se describe la arquitectura de los switches virtuales más populares en el mercado, así también, se describen dos servicios de VDC ofrecidos por diferentes proveedores, en el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos realizando una comparación, ventajas y desventajas que se pueden encontrar en cada uno de los servicios descritos en el segundo capítulo.

PALABRAS CLAVE: Automatización, Virtualización, VDC (Centro de Datos Virtual).

ABSTRACT

The Virtual Data Center Infrastructure (VDC) allows optimizing the use of resources, increasing flexibility and agility, as well as simplifying the administrative and maintenance tasks of companies. This approach relies on virtualization and abstraction of traditional physical components, such as servers, storage, and networking, to create a highly scalable, unified virtualized environment.

This paper presents a review of two different services offered for VDC, one focused on local environments already implemented in the company and another focused on a virtual environment. Starting from the most important points in a VDC such as virtualization, optimization, scalability, management, flexibility, and security. It allows us to have greater clarity of the benefits that these can bring to the company based on the resources and infrastructure that the company may or may not already have.

The present work has 3 chapters, in the first chapter the definition, the considerations for the implementation and the main components of a VDC are presented, in the second chapter the architecture of the most popular virtual switches in the market is described, as well as, Two VDC services offered by different providers are described, in the third chapter the results obtained by making a comparison, advantages and disadvantages that can be found in each of the services described in the second chapter are presented.

KEYWORDS: Automation, Virtualization, VDC (Virtual Data Center).

1. INTRODUCCIÓN

Los Centros de Datos tienen sus inicios en los años 90 con la demanda de conectividad rápida y continua a Internet. Un Centro de Datos hoy en día es el activo de TI más importante para cualquier empresa. En los Centros de Datos se ejecuta una gran variedad de software, bases de datos, sistemas operativos y nubes [1].

Actualmente los Centros de Datos empresariales deben dar un salto y evolucionar para brindar agilidad y eficiencia. La tecnología de Centros de Datos evoluciona de manera acelerada por lo que mantener su ritmo es un gran desafío que presenta TI hoy en día [2].

Con el paso del tiempo el valor de la nube fue reconocido por las empresas y empezaron a migrar las aplicaciones de línea de negocios internas. Dichas aplicaciones necesitaban más consideraciones de seguridad, confiabilidad, rendimiento y flexibilidad.

Así, una nueva infraestructura y nuevos servicios se diseñaron para cubrir las necesidades de flexibilidad. Las características nuevas lograron proporcionar escalado elástico, recuperación ante desastres y otras consideraciones [3].

A diferencia de un centro de datos tradicional el cual depende del hardware físico, un Centro de Datos Virtual es una alternativa más rentable, flexible y práctica que ofrece recursos basados en la nube, creando una infraestructura escalable que se ajusta a las necesidades operativas [4].

En un Centro de Datos Virtual, los servidores, almacenamiento y redes son abstraídos y agrupados en “instancias virtuales” que pueden ser asignadas y desasignadas según sea necesario. Con esto las organizaciones son capaces de gestionar sus recursos de manera eficiente, ya que pueden ajustar la capacidad de computación y de almacenamiento según lo necesiten.

Por las razones expuestas anteriormente, el presente Trabajo de Integración Curricular tiene como objetivo primordial el estudio de la infraestructura para Centros de Datos Virtuales, el cual nos ayuda a evidenciar las ventajas de estos ya que ofrecen una forma más flexible, eficiente y ágil de gestionar y operar infraestructuras de TI, permitiendo a las organizaciones adaptarse rápidamente a las demandas cambiantes y optimizar el uso de los recursos disponibles.

También se estudia dos soluciones para la virtualización de Centro de Datos, las herramientas que se utilizan y los requisitos necesarios para implementar y administrar un Centro de Datos Virtual.

1.1 Objetivo general

Estudiar la Infraestructura para Centros de Datos Virtuales

1.2 Objetivos específicos

- Describir los componentes básicos de los Centros de Datos Virtuales
- Estudiar la Arquitectura de los Switches virtuales para los Centros de Datos
- Estudiar dos alternativas de soluciones de Virtualización de Centros de Datos

1.3 Alcance

En el presente Trabajo de Integración Curricular se realizará el estudio de la infraestructura de los Centros de Datos, además también se estudiarán dos soluciones para la virtualización de Centros de Datos, para lo cual tendremos las siguientes fases.

1.1.1 Fase de Planteamiento

- Se estudiarán los componentes básicos de los Centros de Datos Virtuales.
- Se estudiará la arquitectura de los Switches virtuales para Centros de Datos.

1.1.2 Fase de implementación

Se realizará el estudio de dos soluciones para la virtualización de centro de datos, las herramientas que se utilizan y los requisitos necesarios para implementar y administrar un Centro de Datos Virtual.

1.1.3 Fase de Análisis de Resultados

En base a los criterios obtenidos en la fase de implementación, se realizará una comparación entre las soluciones planteadas obteniendo sus ventajas y desventajas en la virtualización de centro de datos, las diferentes herramientas utilizadas y los requisitos necesarios para la implementación y la administración de un Centro de Datos Virtual.

1.4 Marco teórico

1.1.4 Centros de Datos Virtuales

1.1.4.1 Definición

Un Centro de Datos Virtual (VDC) es un conjunto de recursos en la nube que respalda la información de una empresa con capacidades informáticas. Un VDC ofrece la ventaja de que una empresa no tenga que configurar y ejecutar un centro de datos tradicional. Otra forma de referirse a un VDC es centro de datos definido por software [4].

En la Figura 1.1, se observa una representación de un VDC.

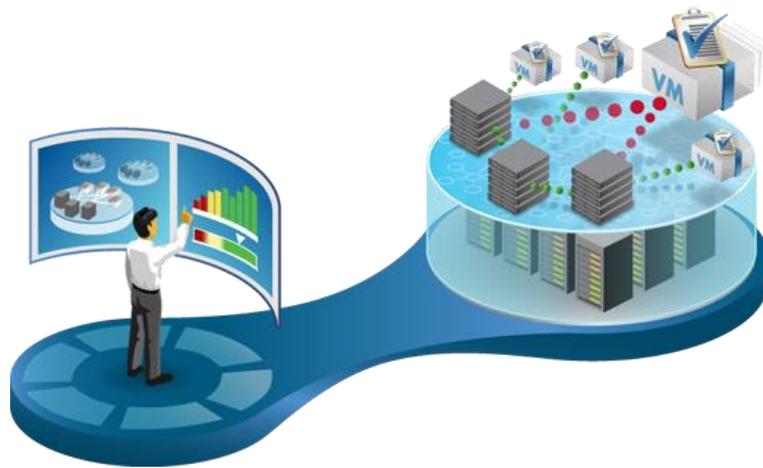


Figura 1.1. Centro de datos virtual [5].

Un VDC proporciona a una empresa recursos como servidores, potencia de procesamiento, almacenamiento RAM como también almacenamiento en disco, componentes de red y ancho de banda. Todos estos recursos son ofrecidos a la empresa a través de la nube, así en lugar de mantener una infraestructura física propia, los VDC permiten el arrendamiento de infraestructura virtual según las necesidades de la empresa [6].

1.1.4.2 Consideraciones para la implementación de un VDC

La mayoría de las empresas posee equipos o departamentos que se centralizan para TI, redes, seguridad o cumplimiento normativo. La implementación de un VDC puede traer ventajas para la empresa, realizando una inversión para proporcionar puntos de directiva, responsabilidades independientes y garantizar coherencia de los componentes comunes subyacentes [7].

Al momento de diseñar un VDC es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones.

1.1.4.2.1 Servicios de identidad y directorio

Los servicios de identidad y directorio son un factor fundamental de los centros de datos tanto tradicionales como virtuales. El servicio de identidad y directorio es una base de datos en la cual se almacena y se mantiene la información sobre usuarios y recursos. Estos cubren todos los aspectos de acceso, autorización y monitoreo a los servicios obtenidos de un VDC. Por ejemplo, al momento de que un usuario acceda a una aplicación, esa aplicación hará referencia al servicio de identidad y directorio para autenticar que el usuario es seguro y tiene los permisos para acceder y utilizar la aplicación [8].

En la Figura 1.2, se observa un ejemplo de gestión de identidad que está relacionado al servicio de identidad y directorio.

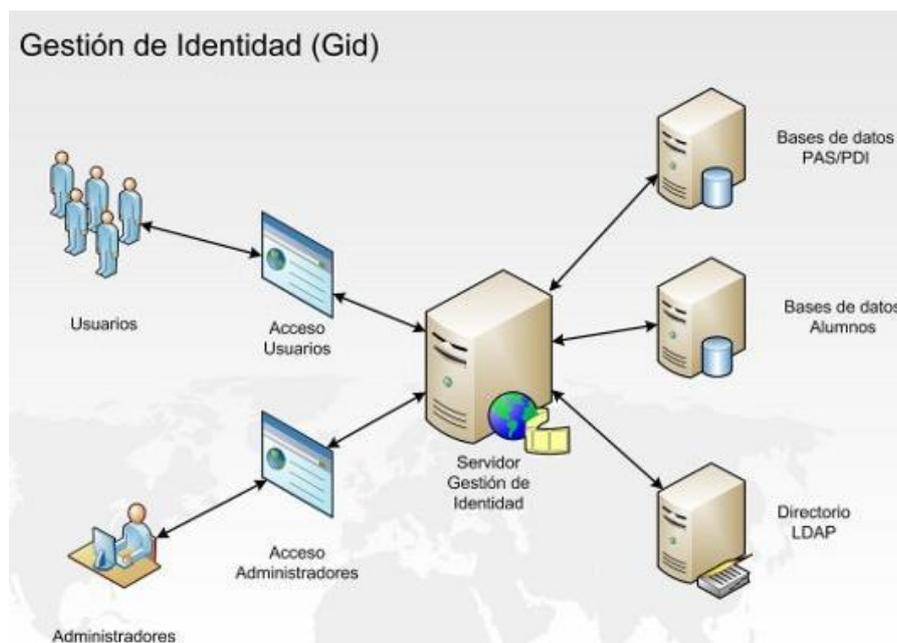


Figura 1.2. Gestión de Identidad (GID) [9].

Dependiendo de los requerimientos de las empresas los servicios de identidad y directorio pueden ser más complejos, esto dependiendo de los roles que estos mantengan ya sean bancos, colegios, universidades, instituciones públicas e instituciones privadas. Los VDC requieren una comunicación entre varios equipos tal que la cooperación entre ellos defina roles específicos y así obtener una gobernanza entre los sistemas en ejecución [7].

1.1.4.2.2 Infraestructura de seguridad

La infraestructura de seguridad puede entenderse como se controla el tráfico de entrada y salida en la implementación de un VDC. Un protocolo de seguridad puede implementarse mediante aislamiento de red virtual, listas de acceso, equilibradores de carga, filtros de direcciones IP y MAC y directivas de flujo de tráfico [7].

La seguridad de la información cada vez se vuelve algo más importante, y con el paso del tiempo y la tecnología, la mayoría de las empresas poseen equipos con acceso a redes públicas en todo el mundo, por ende, las empresas llegan a tener un punto de vulneración para los ataques de los delincuentes cibernéticos [10].

1.1.4.2.3 Conectividad a la nube

Un VDC necesita una conexión entre la red privada y una nube pública para ofrecer los servicios como seguridad de los datos, ahorros de costo, flexibilidad y movilidad a los usuarios internos. Todos los proveedores de servicios de VDC proporcionan un nivel de ciberseguridad el cual asegura que la información de la empresa esté disponible solo para las partes privadas, protegiendo de esta manera los detalles críticos para que así los ciberdelincuentes no logren acceder a ellos. Además, garantiza una recuperación sencilla de la información ante desastres [11].

En la Figura 1.3, se observa una representación de la conexión de una empresa a la nube de un VDC.



Figura 1.3. Nube de un VDC [12].

Las ventajas de la conectividad en la nube es que se puede acceder a la información desde cualquier lugar, lo que aumenta la productividad y la comodidad.

1.1.4.3 Topologías

Un VDC puede ser diseñado con una de las siguientes topologías, dependiendo de las necesidades y requisitos de escala.

1.1.4.3.1 Topología Plana

En este tipo de topología, todos los dispositivos se vinculan a un único conmutador y se comunican entre sí sin ningún dispositivo intermediario, lo que significa que todos los recursos se implementan en una única red virtual, por esta razón, este tipo de topología se convierte en un diseño muy fácil de administrar, además de su alta rentabilidad [13].

En la Figura 1.3, se observa un ejemplo de una topología de red tipo plana.



Figura 1.4. Topología plana [14].

1.1.4.3.2 Topología de Estrella

Es una de las arquitecturas más comunes, todos los servidores virtuales se conectan a un dispositivo de red central como un concentrador, conmutador o computadora. El dispositivo central de la red actúa como un servidor y maneja el tráfico de datos entre los servidores virtuales y los dispositivos externos, y los dispositivos periféricos actúan como clientes [15].

Algunas de las ventajas de este tipo de topología son [16]:

- A diferencia de la topología plana, cada dispositivo está aislado por su relación con el dispositivo central, limitando el impacto de un solo punto de falla.
- Quitar o agregar dispositivos es más fácil y no interrumpe la red.
- Posee un alto rendimiento ya que no ocurren colisiones de datos.
- Las fallas son más fáciles de detectar.
- Cada dispositivo periférico solo necesita un puerto de red para conectarse al dispositivo central

Sin embargo, la topología de red también posee desventajas [16]:

- Requiere más cableado que la topología plana.
- Si el dispositivo central falla, todos los dispositivos periféricos pierden conexión.
- El dispositivo central requiere más recursos y mantenimiento.
- Todo el rendimiento de la red depende del dispositivo central.

En la Figura 1.5, se observa un ejemplo de topología de estrella.

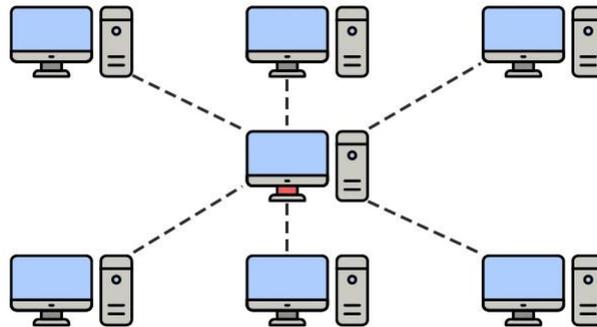


Figura 1.5. Topología Estrella [17].

1.1.4.3.3 Topología de Árbol

Este tipo de topología conecta un nodo central (“tronco”) y cada nodo está conectado al nodo central a través de una ruta única. Este tipo de topología asemeja la red a un árbol. Los nodos se pueden considerar como ramas que salen del tronco. Este tipo de topologías se usan para crear redes grandes [18].

En la Figura 1.6, se observa un ejemplo de topología tipo árbol.

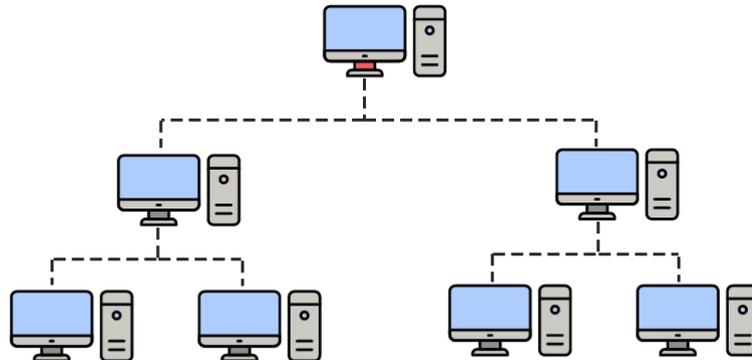


Figura 1.6. Topología de Árbol [19].

Algunas de las ventajas de este tipo de topología son [18]:

- Es capaz de soportar una gran cantidad de nodos.
- Con este tipo de topología se puede ampliar la red fácilmente.
- Es una topología altamente escalable y se puede reconfigurar fácilmente.

Sin embargo, la topología de árbol tiene una serie de desventajas, que incluyen [18]:

- La identificación de problemas se vuelve un trabajo más difícil ya que cada nodo está conectado a muchos otros nodos, por lo que se puede dificultar la solución de problemas.
- Es una topología poco confiable ya que hay más puntos potenciales de falla. Si un nodo falla, puede afectar toda la red.
- Puede ser una topología costosa por la gran cantidad de cableado y de equipos.

1.1.4.3.4 Topología de Malla

En este tipo de topología todos los servidores virtuales están interconectados entre sí mediante múltiples enlaces de red. En esta topología los datos se pueden transmitir mediante enrutamiento (enviado a la distancia más corta) e inundaciones (enviado a todos los dispositivos). Este tipo de topología crea una red muy redundante y tolerante a fallos ya que, si un enlace o servidor llega a fallar, el tráfico se enruta por otras rutas y la conexión no se pierde, solo se perciben retrasos hasta que el tráfico se enrute por la nueva ruta. [20].

Existen dos tipos de topologías de malla los cuales son:

➤ Topología de malla completa.

Todos los dispositivos se encuentran conectados entre sí. Una topología de malla completa ofrece alta redundancia, pero su costo de implementación es más elevado, por lo que se usa normalmente para redes troncales [20].

➤ Topología de malla parcial.

Solo algunos de los dispositivos están conectados a varios dispositivos de la red. Este tipo de topología es más practica y rentable ya que su costo de implementación es menor a la topología de malla completa [20].

Algunas de las ventajas de este tipo de topología son [20]:

- Varios dispositivos pueden transmitir datos al mismo tiempo.
- La red no se ve afectada si un dispositivo falla.
- Es una topología fácil de ampliar sin interrupción de la red.

Sin embargo, este tipo de topología también posee algunas desventajas las cuales son [20]:

- Este tipo de topología requiere mayor tiempo de instalación y mantenimiento.
- Se requiere un alto requerimiento energético ya que todos los dispositivos se mantienen activos todo el tiempo.
- Requiere mucho cableado y una gran cantidad de puertos.
- Una gran cantidad de conexiones redundantes aumenta los costos y reduce la eficiencia.

En la Figura 1.7, se observa un ejemplo de topología de malla.

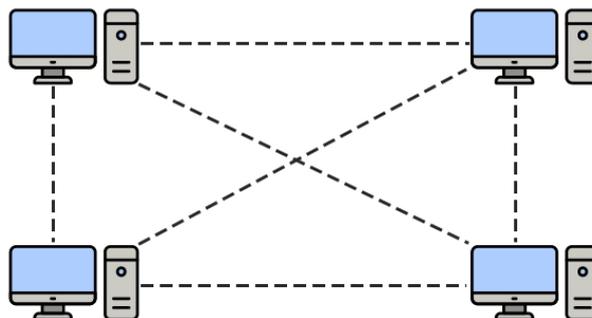


Figura 1.7. Topología de Malla [21].

1.1.4.4 Componentes de un VDC

Un VDC posee varios componentes los cuales trabajan en conjunto para proporcionar los servicios de computación en la nube. Los componentes de un VDC pueden variar según la arquitectura y la tecnología utilizada, a continuación, veremos algunos de los componentes más comunes que podemos encontrar en un VDC.

1.1.4.4.1 Servidores Virtuales

Un servidor virtual es una máquina virtual que se ejecuta en hardware físico y que comparte recursos de software y hardware con otros sistemas operativos. En un VDC el servidor virtual es el encargado de proporcionar capacidad de procesamiento y almacenamiento. Pueden ser provisionados y escalados según la demanda [22].

Los servidores virtuales tienen un uso muy importante en las organizaciones las cuales realizan el uso de estos servidores para reducir gastos de hardware del servidor y reducir costos de potencia y energía. Estos servidores tienen una función clave en la compilación de aplicaciones, herramientas o entornos [23].

A continuación, veremos algunas de las funciones de los servidores virtuales [23].

- **Acceso remoto**
El acceso seguro a datos y archivos confidenciales a través de internet es una función clave que los servidores virtuales ofrecen a las empresas.
- **Alojamiento Web**
Con la configuración de hosting de servidores virtuales para diferentes servicios web facilita el acceso de varios propietarios para que usen el servidor con control completo sobre él.
- **Desarrollo y pruebas de software**
Ya que se cuenta con un servidor virtual, los desarrolladores de software son capaces de crear, ejecutar y probar aplicaciones sin consumir potencia de procesamiento de otros usuarios.

1.1.4.4.2 Hipervisor

Es un componente clave en la arquitectura de switches virtuales para Centros de Datos. Es una capa de software que se sitúa entre el hardware físico del servidor y los sistemas operativos y aplicaciones que se ejecutan en él. Su principal función es permitir la virtualización de recursos, como CPU, memoria y dispositivos de entrada/salida, para crear y administrar entornos virtuales [24].

En el contexto de los switches virtuales, el hipervisor desempeña un papel fundamental al proporcionar la plataforma para ejecutar el software de conmutación virtual y gestionar las interfaces de red virtuales. Actúa como una capa de abstracción entre los switches virtuales y el hardware subyacente, permitiendo que múltiples switches virtuales coexistan en un servidor físico compartido [24].

Tiene la capacidad de asignar recursos físicos, como puertos de red, a los switches virtuales según sea necesario. Esto implica la creación de interfaces de red virtuales que se conectan a los switches virtuales y permiten la comunicación entre ellos y con las máquinas virtuales que se ejecutan en el servidor [24].

Además, se encarga de la gestión y el direccionamiento del tráfico de red que se mueve entre las interfaces virtuales de los switches y las máquinas virtuales asociadas. Proporciona funciones de enrutamiento y conmutación para garantizar que los paquetes de datos sean enviados de manera eficiente y segura dentro del entorno virtualizado [24].

También juega un papel importante en la asignación de recursos y la garantía de calidad de servicio (QoS) dentro de los switches virtuales. Puede asignar ancho de banda y prioridades a las interfaces virtuales para controlar el tráfico de red y garantizar un rendimiento óptimo en función de las necesidades específicas de las aplicaciones y los servicios que se ejecutan en el Centro de Datos. [24].

1.1.4.4.3 Almacenamiento Virtualizado

El almacenamiento virtualizado en un VDC es un enfoque que permite a las organizaciones gestionar y aprovechar eficientemente los recursos de almacenamiento en un entorno de virtualización. En lugar de depender de unidades de disco físicas individuales, el almacenamiento virtualizado utiliza técnicas de abstracción y virtualización para crear una capa de almacenamiento lógico que se encuentra por encima de los dispositivos físicos subyacentes [25].

La arquitectura del almacenamiento virtualizado se compone de varios componentes clave:

- **Dispositivos de almacenamiento físico:** Estos son los discos duros, matrices de almacenamiento, unidades de estado sólido (SSD) u otros dispositivos físicos utilizados para almacenar los datos. Los dispositivos de almacenamiento físico se conectan a los servidores o a la infraestructura de almacenamiento de red, como los sistemas de almacenamiento de área de almacenamiento en red (SAN) o almacenamiento de objetos [25].

- **Capa de abstracción de almacenamiento:** Esta capa se encuentra entre los dispositivos de almacenamiento físico y los sistemas de gestión de almacenamiento. Su función principal es abstraer los detalles de los dispositivos físicos subyacentes y presentar un conjunto de recursos de almacenamiento virtualizados a los sistemas y aplicaciones en el centro de datos. Esta capa puede implementarse mediante tecnologías como volúmenes lógicos (LVM), almacenamiento definido por software (SDS) o sistemas de archivos distribuidos [25].
- **Sistemas de gestión de almacenamiento:** Estos sistemas se encargan de administrar y controlar los recursos de almacenamiento virtualizados. Proporcionan funcionalidades como la asignación de almacenamiento a servidores virtuales, la gestión de políticas de almacenamiento, la provisión de almacenamiento adicional y la administración de la capacidad y el rendimiento del almacenamiento [25].
- **Red de almacenamiento:** Es la infraestructura de red utilizada para conectar los dispositivos de almacenamiento físico, los servidores virtuales y los sistemas de gestión de almacenamiento. Puede incluir tecnologías como Fibre Channel (FC), Ethernet, iSCSI o protocolos de almacenamiento en la nube, dependiendo de la arquitectura de almacenamiento específica implementada en el centro de datos [25].
- **Funcionalidades avanzadas:** El almacenamiento virtualizado puede ofrecer características avanzadas para mejorar la eficiencia, la disponibilidad y la seguridad de los datos. Estas características pueden incluir técnicas de compresión y de duplicación de datos, replicación y protección de datos, instantáneas (snapshots) para recuperación ante desastres y cifrado de datos en reposo [25].

1.1.4.4.4 Red Virtualizada

Permite la creación de una infraestructura de red flexible, escalable y eficiente dentro de un entorno virtualizado. Consiste en la implementación de redes lógicas y servicios de red utilizando software y recursos virtuales en lugar de depender únicamente de dispositivos de red físicos.

En un VDC, la red virtualizada proporciona conectividad entre las diferentes máquinas virtuales (VMs), aplicaciones y servicios desplegados en el entorno. Esto se logra mediante la creación de switches virtuales, routers virtuales y otros dispositivos de red virtualizados que permiten el enrutamiento y la transmisión de datos entre las diferentes entidades virtuales [26].

La red virtualizada permite la implementación de políticas de red personalizadas y la configuración centralizada de las reglas de seguridad y calidad de servicio (QoS). Esto facilita la gestión y el control de la red, ya que los administradores pueden definir y aplicar políticas específicas a nivel de red virtual sin interferir con otras redes o dispositivos físicos [26].

1.1.4.4.5 Gestión y Orquestación

En un VDC la gestión y orquestación se refiere a las actividades y herramientas utilizadas para administrar y controlar los recursos del centro de datos de manera eficiente. Los aspectos más importantes en la gestión y orquestación de un VDC son [27]:

- **Provisionamiento automático**
Permite la creación rápida y automatizada de nuevos recursos, como máquinas virtuales, redes y almacenamiento según la necesidad del usuario.
- **Monitoreo y supervisión**
La gestión y orquestación ofrece herramientas para supervisar el rendimiento y la salud de los recursos de un VDC.
- **Administración de configuraciones**
Gestionar las configuraciones de un VDC permite mantener un control centralizado sobre los recursos. De esta manera se logra gestionar y controlar la configuración de hardware, software, redes y seguridad.
- **Orquestación de servicios**
Se refiere a la coordinación de diferentes componentes y servicios en el VDC para lograr un funcionamiento eficiente.
- **Administración de la capacidad**
Esta gestión implica realizar análisis de capacidad, predecir futuras demandas de capacidad, ajustar los recursos según la necesidad de los usuarios y garantizar el uso eficiente de los recursos disponibles.
- **Automatización de tareas**
La automatización de tareas permite a reducir el tiempo y las falas asociados con la administración manual.

1.1.4.4.6 Balanceo de Carga

Este componente distribuye la carga de trabajo entre múltiples servidores o recursos de manera equitativa, asegurando un rendimiento óptimo y una alta disponibilidad. Evitando la congestión y permitiendo el escalado horizontal de las aplicaciones. En un VDC el

balanceo de carga implica dos escenarios de aplicación. Uno es asignar uniformemente el acceso simultáneo a gran escala o el tráfico de red a múltiples nodos de servidor para implementar múltiples servidores que respondan a las soluciones de diferentes usuarios. Otra es asignar la carga de la unidad computacional a gran escala de manera uniforme a varios servidores [28].

1.1.4.4.7 Seguridad

La seguridad en un VDC es de vital importancia para proteger los datos, las aplicaciones y los recursos críticos que se encuentran en la infraestructura de la nube contra amenazas, ataques y acceso no autorizado.

Algunos aspectos claves de seguridad en un VDC incluyen [29]:

- Acceso seguro
- Segmentación de red
- Encriptación de datos
- Firewalls y sistema de detección y prevención de intrusos (IDS/IPS)
- Auditorías y registros de actividad
- Actualizaciones y parches
- Políticas de seguridad y conciencia del personal

Estos son solamente algunos de los aspectos más importantes en la seguridad de un VDC. Es importante tener en cuenta que este tipo de prácticas de seguridad tendrán un proceso continuo de desarrollo y de adaptabilidad contra las nuevas prácticas de ciberseguridad [29].

2 METODOLOGÍA

2.1 Arquitectura de Switches virtuales para Centro de Datos

La arquitectura de switches virtuales para un Centro de Datos es un enfoque que se utiliza para proporcionar una infraestructura de red virtualizada y escalable dentro de un entorno de Centro de Datos. Esta arquitectura aprovecha la virtualización de los dispositivos de red como switches y routers, para ofrecer mayor flexibilidad y eficiencia en la administración y configuración de la red. En lugar de utilizar switches físicos, los switches virtuales son implementados como software que se ejecuta en servidores físicos o máquinas virtuales [30].

En este tipo de arquitecturas, los switches virtuales funcionan como dispositivos de red emulados y se comunican con las máquinas virtuales a través de interfaces virtuales. Estas interfaces virtuales permiten la conectividad entre las máquinas virtuales y también con otros recursos de red en el centro de datos [30].

A continuación, se detalla la arquitectura de algunos de los switches virtuales más conocidos:

2.1.1 Cisco Nexus 1000V

Es un switch virtual desarrollado por Cisco Systems que se integra con la infraestructura de red física existente de Cisco. Diseñado específicamente para entornos de virtualización basados en VMware, el Nexus 1000V proporciona un conjunto completo de funciones avanzadas de conmutación y enrutamiento para entornos virtualizados [31].

La arquitectura del switch virtual Cisco Nexus 1000V se basa en una arquitectura distribuida que combina la funcionalidad de un switch físico tradicional con las capacidades de conmutación y enrutamiento en entornos de virtualización. Este switch virtual ofrece una solución integral para la conectividad y el control de red en entornos virtualizados basados en VMware. Además, su arquitectura se compone de dos componentes principales: el Virtual Ethernet Module (VEM) y el Virtual Supervisor Module (VSM). El VEM se ejecuta en cada host ESXi y se encarga de procesar el tráfico de red de las máquinas virtuales. Por otro lado, el VSM actúa como el cerebro de la operación del switch virtual y proporciona una interfaz de gestión centralizada para la configuración y administración de políticas de red [32].

El VEM se integra directamente con el hipervisor de VMware y se ejecuta como un módulo dentro de cada host Elastic Sky X integrated (ESXi). Esto permite un control granular del tráfico de red entre las máquinas virtuales y ofrece una amplia gama de características avanzadas, como VLANs, seguridad, control de calidad de servicio (QoS) y políticas de red coherentes [32].

El VSM, por otro lado, proporciona una gestión centralizada y un control de políticas para todos los VEM desplegados en los hosts ESXi. Actúa como el punto de control central para la configuración de políticas de red, la implementación de cambios y la supervisión del estado de la red virtual. El VSM se ejecuta como una máquina virtual independiente y puede estar alojado en cualquier servidor compatible con VMware [31].

La comunicación entre el VSM y los VEM se realiza a través de un canal de control seguro llamado Virtual Ethernet Port Aggregator (VEPA). Este canal de comunicación permite la

transmisión de información de configuración y políticas entre el VSM y los VEM, asegurando una gestión coherente y centralizada de la red virtual.

Una característica distintiva del Cisco Nexus 1000V es la capacidad de aplicar políticas de red coherentes en entornos virtuales, utilizando un modelo de configuración similar al de los switches físicos de Cisco. Esto permite a los administradores de red implementar políticas y reglas de seguridad uniformes tanto en la infraestructura física como en la virtual, simplificando la administración y mejorando la coherencia de la red [32].

En la Figura 2.1, se observa la arquitectura del Cisco Nexus 1000V.

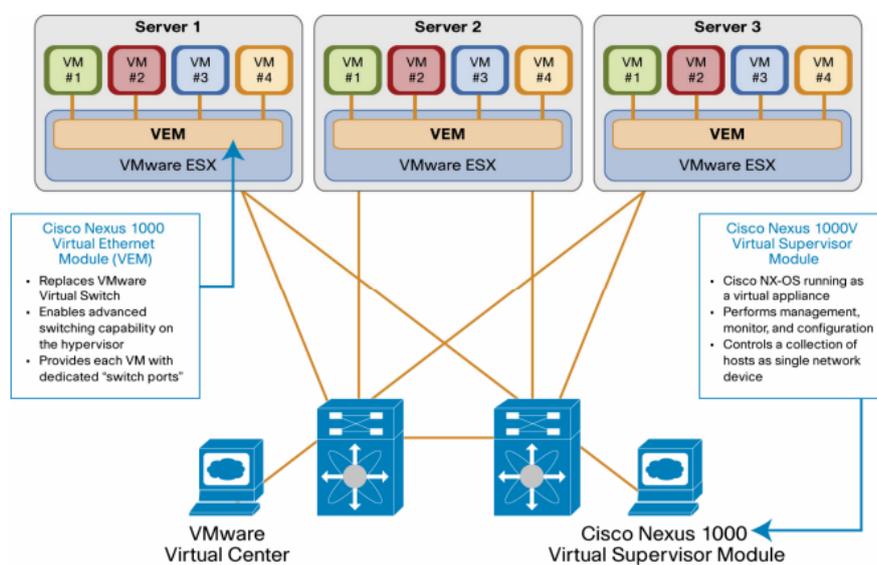


Figura 2.1. Arquitectura del Cisco Nexus 1000V [33].

2.1.2 Open vSwitch (OVS)

Es un switch virtual de código abierto que proporciona una solución de conmutación y enrutamiento virtual para entornos de virtualización. Utilizado en diversos entornos de virtualización, como KVM, Xen, Hyper-V y VMware. El OVS se ha convertido en una opción popular debido a su flexibilidad, escalabilidad y capacidad para adaptarse a diferentes plataformas de virtualización. Además, ofrece una amplia gama de características avanzadas y flexibles para la gestión y el control de redes virtuales [34].

La arquitectura del OVS se compone de diferentes componentes interconectados que trabajan en conjunto para proporcionar la funcionalidad completa del switch virtual. Estos componentes incluyen:

- **OVS Kernel Module:** Es un módulo del kernel que se carga en el sistema operativo del host físico. Este módulo interactúa directamente con el hardware de red

subyacente y proporciona la capacidad de conmutación y enrutamiento a nivel de sistema operativo [34].

- **OVS Database (OVSDB):** Es una base de datos que almacena la configuración y el estado del switch virtual. Proporciona una interfaz unificada para que los componentes del OVS interactúen y compartan información de configuración [34].
- **OVS Management Interface:** Es una interfaz de gestión que permite a los administradores configurar y controlar el OVS. A través de esta interfaz, los administradores pueden definir reglas de flujo, asignar puertos virtuales, establecer políticas de calidad de servicio (QoS) y realizar otras operaciones de gestión [34].
- **OpenFlow:** Es un protocolo de comunicación utilizado para la programación y el control del flujo de tráfico en el OVS. Permite a los controladores externos comunicarse con el OVS y tomar decisiones sobre cómo se deben procesar y enrutar los paquetes de datos [34].

La arquitectura del OVS se basa en el paradigma de conmutación de "flujos", donde los paquetes de datos se agrupan en flujos y se toman decisiones de conmutación basadas en reglas definidas por el administrador. Esto permite un enrutamiento flexible y granular de los paquetes de datos en función de diferentes criterios, como direcciones MAC, direcciones IP, puertos TCP/UDP, entre otros [35].

Una de las principales ventajas de la arquitectura del OVS es su capacidad para admitir diferentes tecnologías y características avanzadas, como enrutamiento, túneles virtuales, balanceo de carga y control de calidad de servicio (QoS). Esto proporciona a los administradores de red la flexibilidad necesaria para adaptar la configuración del OVS a las necesidades específicas de su entorno de virtualización [35].

En la Figura 2.2, se observa la arquitectura del Open vSwitch.

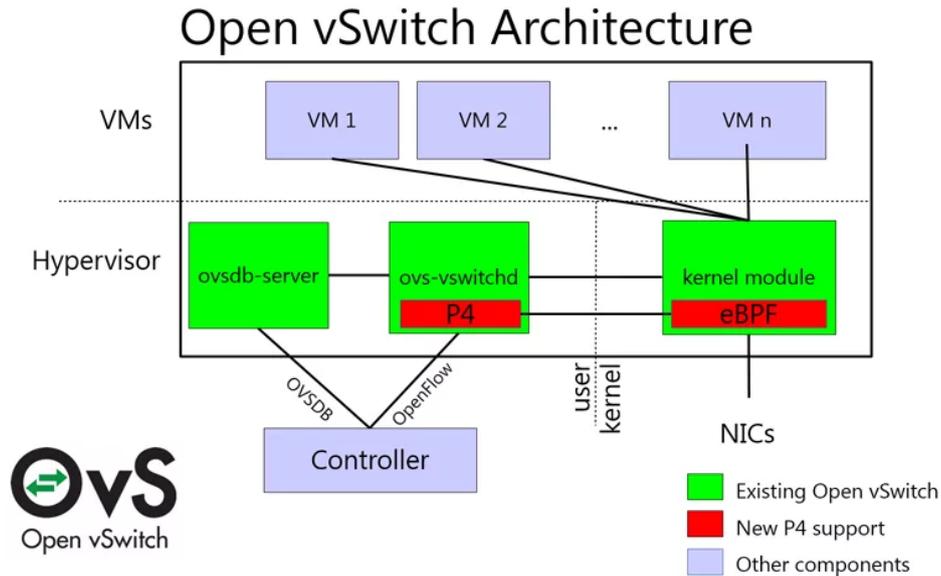


Figura 2.2. Arquitectura del Open vSwitch [36].

2.1.3 Microsoft Hyper-V Virtual Switch

Es un componente esencial dentro de la plataforma de virtualización Hyper-V desarrollada por Microsoft. Este switch virtual desempeña un papel fundamental al permitir la conectividad y el enrutamiento de redes virtuales en entornos de virtualización [37].

La arquitectura del switch virtual Microsoft Hyper-V Virtual Switch diseñado específicamente para Hyper-V, el Hyper-V Virtual Switch permite la conectividad de red entre las máquinas virtuales y el mundo exterior, así como el control del tráfico y el aislamiento de la red.

La arquitectura del Hyper-V Virtual Switch se compone de varios componentes clave que trabajan en conjunto para proporcionar una funcionalidad completa:

- **Extensible Switch:** se basa en un modelo extensible, lo que significa que permite la integración de extensiones de terceros para agregar funcionalidades adicionales. Estas extensiones pueden incluir características de seguridad, monitoreo de red, control de calidad de servicio (QoS) y más [38].
- **Virtual Switch Extension Manager:** Es un componente que se encarga de gestionar y coordinar las extensiones del switch virtual. Proporciona una interfaz para instalar, configurar y supervisar las extensiones del switch virtual, así como para administrar las políticas y la configuración de red [38].

- **Virtual Switch Port:** Cada máquina virtual conectada al Hyper-V Virtual Switch se asocia con un puerto virtual, que actúa como su interfaz de red virtual. Estos puertos virtuales se pueden configurar para permitir la comunicación con otros puertos virtuales y con el mundo exterior a través de adaptadores de red físicos [38].
- **Virtual Switch Port Profile:** Es una entidad lógica que define la configuración y las características de un puerto virtual. Permite la aplicación de políticas de red consistentes a través de múltiples puertos virtuales, lo que simplifica la administración y garantiza una configuración uniforme en el switch virtual [38].
- **Virtual Switch Management Service:** Es un servicio que se ejecuta en el host físico y se encarga de administrar y controlar el Hyper-V Virtual Switch. Proporciona una interfaz de gestión centralizada para configurar y supervisar el switch virtual, incluyendo la asignación de puertos virtuales, la configuración de políticas de red y la monitorización del rendimiento [38].

En la Figura 2.3, se observa la arquitectura del Microsoft Hyper-V Virtual Switch.

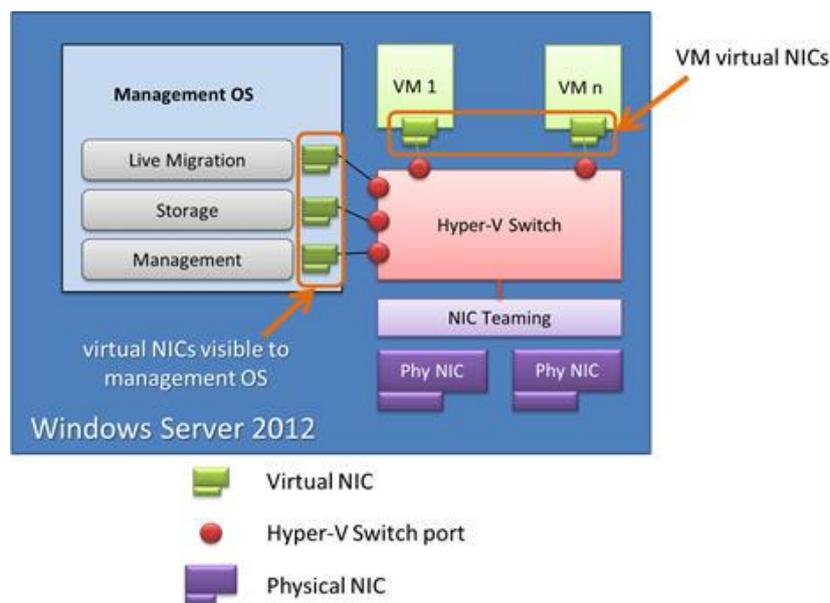


Figura 2.3. Arquitectura del Microsoft Hyper-V Virtual Switch [39].

2.1.4 IBM Virtual Fabric Switch (VFS)

Es un switch virtual diseñado específicamente para entornos de virtualización basados en la plataforma IBM Power Systems. Es parte de la solución IBM PowerVM, que proporciona virtualización y consolidación de servidores en entornos de servidores Power [40].

La arquitectura del switch virtual IBM Virtual Fabric Switch (VFS) ofrece capacidades avanzadas de conmutación y enrutamiento, así como funciones de seguridad y calidad de servicio (QoS), para brindar una solución integral de red virtualizada [40].

La arquitectura del IBM Virtual Fabric Switch se compone de varios componentes clave que trabajan en conjunto para proporcionar la funcionalidad completa del switch virtual:

- **Virtual I/O Server (VIOS):** Es un componente fundamental del VFS que se ejecuta en un servidor físico IBM Power Systems. El VIOS actúa como un hipervisor especializado que gestiona las interfaces de red físicas y las comparte con las particiones virtuales en el servidor [40].
- **Virtual Ethernet (VE):** Es una interfaz virtual que se crea en el VIOS y se asigna a cada partición virtual en el servidor. El VE proporciona conectividad de red virtual entre las particiones virtuales y el VFS [40].
- **Virtual Fabric Manager (VFM):** Es un componente de software que se ejecuta en el VIOS y se encarga de la administración y el control del VFS. El VFM gestiona la configuración de red, la asignación de recursos, la supervisión del rendimiento y la aplicación de políticas de seguridad y QoS en el entorno virtualizado [40].
- **Distributed Virtual Ethernet (D-VE):** Es una tecnología del VFS que permite la conmutación y el enrutamiento avanzados entre las particiones virtuales en el servidor. El D-VE utiliza tablas de conmutación y enrutamiento distribuidas para optimizar el rendimiento de la red y minimizar la latencia [40].
- **Quality of Service (QoS):** El VFS ofrece capacidades de QoS para priorizar y controlar el tráfico de red en función de las necesidades de las aplicaciones y los servicios. Esto garantiza un rendimiento óptimo y una asignación eficiente de los recursos de red [40].

La arquitectura del IBM Virtual Fabric Switch se caracteriza por su integración estrecha con la plataforma IBM Power Systems y su capacidad para ofrecer una solución completa de red virtualizada en estos entornos. Proporciona una conectividad de red eficiente y segura para las particiones virtuales, permitiendo a las organizaciones aprovechar al máximo la virtualización en sus infraestructuras de TI [40].

En la Figura 2.4, se observa el equipo IBM Virtual Fabric Switch.



Figura 2.4. IBM Virtual Fabric Switch [41].

2.2 Alternativas de servicio de Centro de Datos Virtual

En la actualidad las empresas buscan alternativas que cumplan con sus necesidades de servicio de VDC. Algunos de los servicios que ofrecen los proveedores de VDC pueden variar según las necesidades de cada cliente. A continuación, se indica los servicios más comunes que se encuentran disponibles en un VDC los cuales son: alojamiento de servidores virtuales, almacenamiento en la nube, copias de seguridad y recuperación ante desastres, balanceo de carga y escalabilidad, redes virtuales y conectividad y gestión y monitorización [42].

Los principales proveedores de servicios de VDC son: Amazon, Cisco, Google, Microsoft y VMware. A continuación, se indica una breve introducción de los proveedores y se considerara dos de las alternativas para profundizar los servicios ofrecidos y realizar una comparación técnica y estratégica.

Amazon: La empresa Amazon ofrece Amazon AWS que es una plataforma de computación en la nube la cual ofrece una combinación de infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS) y software empaquetado como ofertas de un servicio (SaaS). Los servicios ofrecidos ayudan a las empresas a construir y gestionar sus aplicaciones y servicios en la nube [43].

En la Figura 2.5, se observa algunos de los servicios ofrecidos por Amazon AWS.



Figura 2.5. Servicios web de Amazon [44]

Cisco: Cisco es una empresa estadounidense que ofrece una amplia gama de servicios de tecnología para la red. Cisco integra sus plataformas en redes, seguridad, colaboración, aplicaciones y la nube. Cisco ofrece varias soluciones para VDC que brinda a las empresas beneficios sobre escalabilidad, rendimiento y flexibilidad en la red [45].

En la Figura 2.6, se observa un ejemplo de arquitectura de red virtual que la empresa Cisco ofrece.

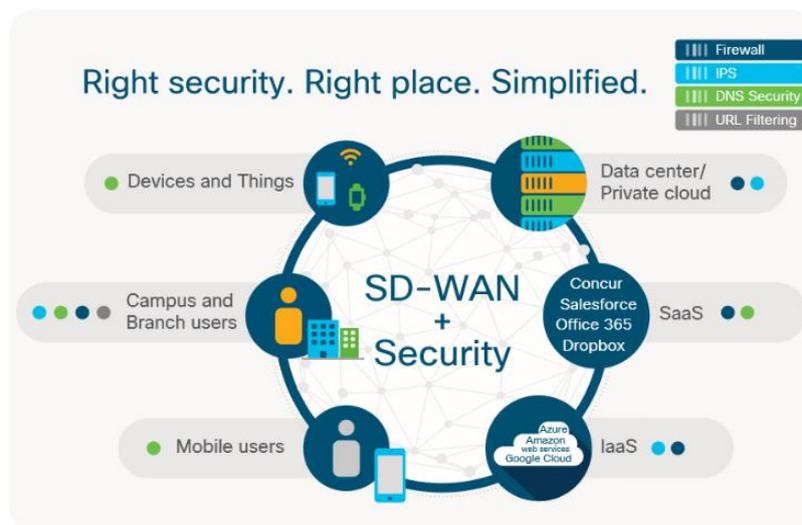


Figura 2.6. Servicios en arquitectura de red ofrecida por Cisco [46].

Google: La empresa Google ofrece Google Cloud Platform que es una plataforma de servicios en la nube que proporciona una amplia gama de servicios y herramientas para ayudar a las organizaciones a construir, implementar y administrar sus aplicaciones y servicios en entornos en la nube. Con una arquitectura sólida y escalable, GCP ofrece capacidades de cómputo, almacenamiento, redes y análisis de datos, entre otros servicios,

que permiten a las empresas impulsar su transformación digital y aprovechar al máximo la flexibilidad y la escalabilidad de la nube. [47].

En la Figura 2.7, se observa los servicios ofrecidos por Google Cloud Platform.



Figura 2.7. Servicios ofrecidos por Google Cloud Platform [48].

Microsoft: Azure es una plataforma de servicios en la nube ofrecida por Microsoft que brinda a las organizaciones una amplia gama de servicios y herramientas para construir, implementar y administrar aplicaciones y servicios en la nube de manera segura y confiable. Con una arquitectura escalable y flexible, Azure permite a las empresas impulsar su transformación digital y beneficiarse de los servicios de cómputo, almacenamiento, redes y análisis de datos, entre otros, para satisfacer sus necesidades empresariales [49].

En la Figura 2.8, se observa algunos servicios ofrecidos por Microsoft Azure.



Figura 2.8. Servicios ofrecidos por Microsoft Azure [50].

VMware: VMware es una empresa de software que se especializa en brindar soluciones de virtualización y computación en la nube. El software de virtualización de VMware permite que varios sistemas operativos y aplicaciones se ejecuten en un solo servidor físico o estación de trabajo, lo que permite una mayor eficiencia, flexibilidad y ahorro de costos para las empresas. Uno de los productos insignia de VMware es VMware vSphere, que es un conjunto completo de tecnologías de virtualización para crear y administrar centros de datos virtualizados. Incluye funciones como virtualización de servidores, virtualización de almacenamiento y virtualización de redes, junto con herramientas de administración y automatización [51].

En la Figura 2.9, se observa algunos servicios ofrecidos por VMware.

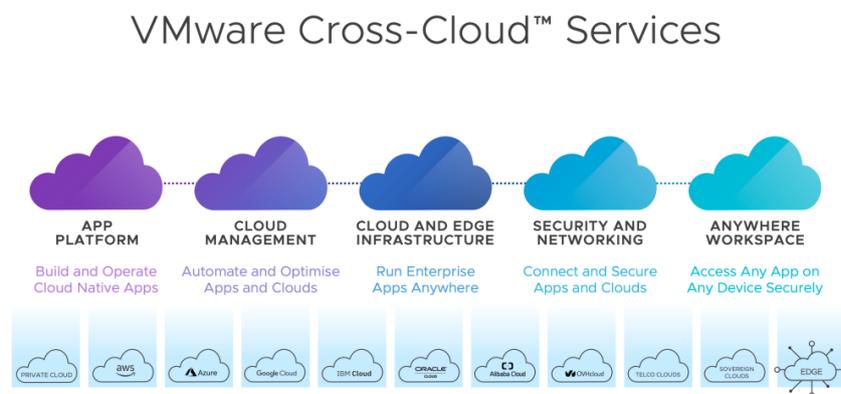


Figura 2.9. Servicios ofrecidos por VMware [52].

A continuación, se detallan más a fondo dos soluciones de VDC que son Amazon AWS y VMware.

2.2.1 Amazon AWS

Amazon Web Services (AWS) es una plataforma líder en servicios de computación en la nube que ofrece una amplia gama de servicios para ayudar a las organizaciones a construir, implementar y gestionar aplicaciones y servicios en la nube. Estos servicios se pueden clasificar en diferentes categorías, cada una de las cuales proporciona capacidades específicas para satisfacer las necesidades de los clientes [53].

- **Infraestructura como servicio (IaaS):** permiten a los usuarios acceder y gestionar recursos de infraestructura de TI virtualizados. Estos servicios incluyen instancias de EC2 (Elastic Compute Cloud) para la capacidad de cómputo, Amazon S3 (Simple Storage Service) para el almacenamiento escalable y duradero, así como servicios de redes, bases de datos y seguridad [53].

- **Plataforma como servicio (PaaS):** permiten a los desarrolladores crear, desplegar y gestionar aplicaciones en la nube sin tener que preocuparse por la infraestructura subyacente. Por ejemplo, AWS Elastic Beanstalk permite desplegar aplicaciones web y escalables automáticamente, mientras que AWS Lambda permite ejecutar código sin necesidad de aprovisionar servidores [53].
- **Software como servicio (SaaS):** permiten a los clientes utilizar aplicaciones listas sin tener que preocuparse por la infraestructura subyacente. Por ejemplo, Amazon S3 Glacier proporciona servicios de almacenamiento en la nube a largo plazo, Amazon RDS (Relational Database Service) ofrece bases de datos relacionales administradas, y Amazon WorkSpaces proporciona escritorios virtuales en la nube [53].
- **Herramientas de desarrollo y gestión:** ayuda a los desarrolladores a construir, probar y desplegar aplicaciones en la nube de manera eficiente. Esto incluye AWS CloudFormation para la creación y gestión de recursos de infraestructura como código, AWS CodeCommit para la gestión de repositorios de código fuente, y AWS CloudWatch para el monitoreo y la gestión de recursos en la nube [53].
- **Servicios de inteligencia artificial y aprendizaje automático:** permiten a los clientes incorporar capacidades de IA en sus aplicaciones y servicios. Esto incluye Amazon Rekognition para el análisis de imágenes y videos, Amazon Polly para la generación de voz en texto y Amazon SageMaker para el desarrollo y entrenamiento de modelos de aprendizaje automático [53].

La plataforma AWS ofrece una amplia gama de servicios diseñados específicamente para satisfacer las necesidades de los VDC. Estos servicios permiten a las organizaciones implementar, administrar y escalar sus infraestructuras de manera eficiente y confiable en la nube. A continuación, se detallan algunos de los servicios clave que AWS ofrece para VDC:

Amazon Elastic Compute Cloud (EC2): Es un servicio altamente escalable y flexible que permite a los usuarios aprovisionar y administrar instancias de servidores virtuales en la nube de manera eficiente. Este servicio se encuentra dentro de la categoría de infraestructura como servicio (IaaS), lo que significa que los usuarios tienen un control completo sobre las instancias de EC2 y pueden configurarlas según sus necesidades específicas [54].

Una de las principales ventajas de EC2 es su capacidad para escalar vertical y horizontalmente. Verticalmente, los usuarios pueden seleccionar entre diferentes tipos de instancias con diferentes capacidades de CPU, memoria y almacenamiento, lo que les

permite ajustar el rendimiento de sus aplicaciones según la demanda. Horizontalmente, los usuarios pueden aprovisionar múltiples instancias de EC2 y distribuir la carga de trabajo entre ellas, lo que proporciona una mayor capacidad de procesamiento y alta disponibilidad [54].

EC2 ofrece una amplia gama de tipos de instancias para satisfacer las diversas necesidades de los usuarios. Por ejemplo, las instancias de propósito general son adecuadas para aplicaciones de uso general y equilibrio de carga, mientras que las instancias optimizadas para cómputo ofrecen un rendimiento excepcional para cargas de trabajo intensivas en CPU. Además, hay instancias optimizadas para almacenamiento, memoria y GPU, entre otras opciones, lo que permite a los usuarios seleccionar la combinación adecuada de recursos para sus aplicaciones [54].

Además del aprovisionamiento y la configuración de las instancias de EC2, los usuarios también tienen control total sobre el sistema operativo y las aplicaciones que se ejecutan en ellas. Esto significa que los usuarios pueden personalizar y configurar su entorno de acuerdo con sus requisitos específicos, instalando software adicional, configurando redes y ajustando la seguridad [54].

Para garantizar la disponibilidad y la tolerancia a fallos, EC2 ofrece opciones de almacenamiento persistente y escalable. Los usuarios pueden utilizar Amazon Elastic Block Store (EBS) para almacenar los datos de las instancias de EC2. EBS proporciona volúmenes virtuales que se pueden adjuntar y desmontar de forma independiente de las instancias, lo que facilita la persistencia de los datos incluso si una instancia se detiene o se reinicia. Además, EC2 permite a los usuarios crear imágenes personalizadas de sus instancias, lo que facilita la replicación y la implementación de nuevas instancias con la misma configuración [54].

En la Figura 2.10, se observa la arquitectura de Amazon Elastic Compute Cloud.

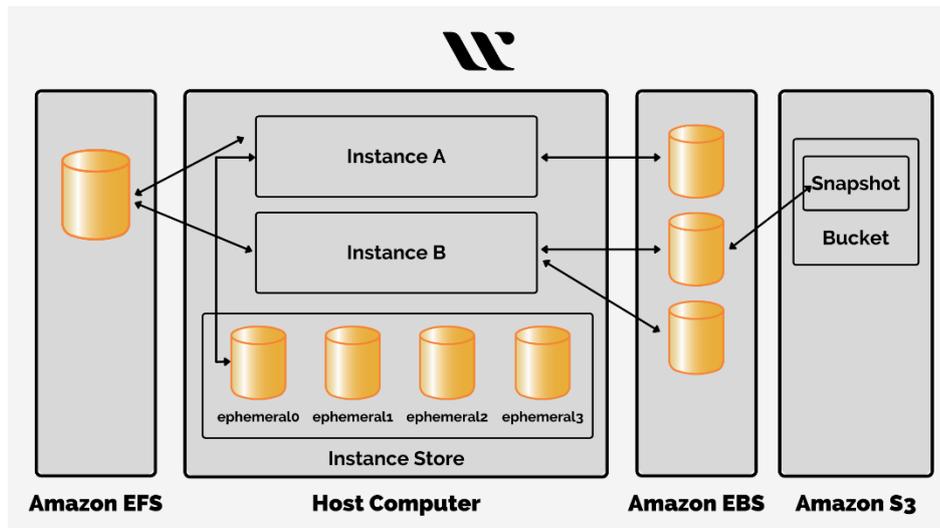


Figura 2.10. Arquitectura de EC2 [54].

Amazon Virtual Private Cloud (VPC): permite a los usuarios crear una red virtual aislada y personalizable dentro de la nube. VPC ofrece un control total sobre la configuración de la red, lo que permite a los usuarios crear su propia infraestructura de red virtualizada de acuerdo con sus necesidades específicas [55].

Al utilizar VPC, los usuarios pueden definir y gestionar sus propias subredes. Una subred es un segmento de la red virtual que puede estar asociado a una zona de disponibilidad específica en un centro de datos de AWS. Esto permite a los usuarios controlar y separar el tráfico de red entre diferentes componentes de su arquitectura, como servidores, bases de datos y aplicaciones. Cada subred se puede configurar con una dirección IP única y se pueden aplicar reglas de seguridad específicas para controlar el acceso al tráfico de red [55].

VPC también permite a los usuarios configurar tablas de enrutamiento para dirigir el tráfico de red entre subredes y hacia Internet. Los usuarios pueden definir reglas de enrutamiento personalizadas y especificar cómo se debe enrutar el tráfico dentro de la red virtual y hacia los recursos externos. Además, VPC admite el enrutamiento privado y el acceso a Internet a través de puertas de enlace de Internet y puertas de enlace virtual privadas (VGW), lo que proporciona opciones flexibles para la conectividad de red [55].

Un aspecto clave de VPC es la capacidad de establecer reglas de acceso y políticas de seguridad para proteger la red virtual. Los usuarios pueden configurar grupos de seguridad, que actúan como firewalls virtuales, para controlar el tráfico de entrada y salida de las instancias dentro de la red. Estos grupos de seguridad permiten especificar qué protocolos,

puertos y direcciones IP están permitidos o bloqueados, lo que ayuda a asegurar el tráfico de red y proteger los recursos del VDC [55].

Además, VPC permite la integración con otros servicios de AWS, lo que brinda a los usuarios la posibilidad de conectar su red virtual a otros servicios en la nube de forma segura. Por ejemplo, los usuarios pueden conectar su VPC a una instancia de Amazon EC2 para establecer una comunicación segura y eficiente. También es posible conectar VPC a otros servicios como Amazon S3 para acceder a almacenamiento escalable y duradero, o Amazon RDS para bases de datos gestionadas [55].

En la Figura 2.11, se observa la arquitectura de Amazon Virtual Private Cloud.

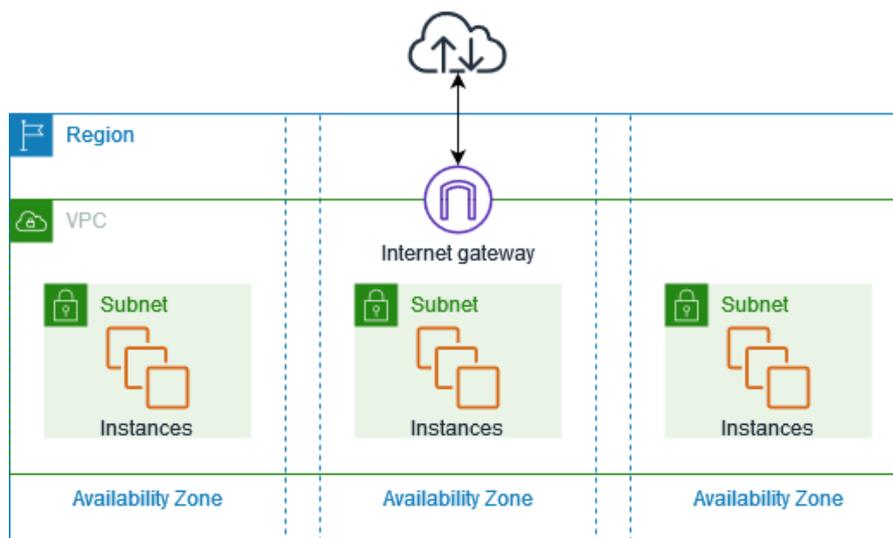


Figura 2.11. Arquitectura de Amazon Virtual Private Cloud [55].

AWS Direct Connect: permite a las organizaciones establecer una conexión dedicada y privada entre sus centros de datos locales y la infraestructura de AWS. Esta conexión directa ofrece beneficios significativos en términos de rendimiento de red confiable, baja latencia y mayor seguridad para acceder a los recursos de AWS desde el VDC [56].

Al utilizar AWS Direct Connect, las organizaciones pueden establecer enlaces de red privados y exclusivos entre sus instalaciones locales y los puntos de presencia de AWS. Estos enlaces se establecen a través de proveedores de servicios de red aprobados por AWS, quienes ofrecen conexiones físicas de alta velocidad y bajo retardo. De esta manera, se crea una conexión dedicada que garantiza un ancho de banda consistente y una latencia reducida en comparación con el acceso a través de Internet público [56].

La utilización de AWS Direct Connect proporciona varios beneficios para los VDC. En primer lugar, mejora el rendimiento de la red al permitir una transferencia de datos más

rápida y confiable. Al eliminar la dependencia del tráfico de Internet público, se reduce la posibilidad de congestión de la red y se garantiza un mayor ancho de banda para acceder a los recursos de AWS. Esto es especialmente importante para aplicaciones y cargas de trabajo sensibles a la latencia, como el procesamiento de transacciones financieras en tiempo real o la transferencia de grandes volúmenes de datos [56].

Además, AWS Direct Connect mejora la seguridad al proporcionar una conexión privada y dedicada. Al utilizar enlaces físicos exclusivos, se evita la exposición de datos a través de la infraestructura de Internet pública. Esto es especialmente relevante para organizaciones que manejan información confidencial y que requieren un nivel adicional de seguridad y cumplimiento normativo [56].

Otro aspecto importante de AWS Direct Connect es su capacidad para habilitar la integración entre los recursos locales y los servicios de AWS. Al establecer una conexión dedicada, los usuarios pueden acceder directamente a los servicios de AWS como Amazon S3, Amazon EC2 o Amazon RDS desde sus VDC. Esto facilita la implementación de arquitecturas híbridas, donde se pueden combinar recursos locales con servicios de AWS para crear soluciones escalables y flexibles [56].

En la Figura 2.12, se observa el entorno de AWS Direct Connect.

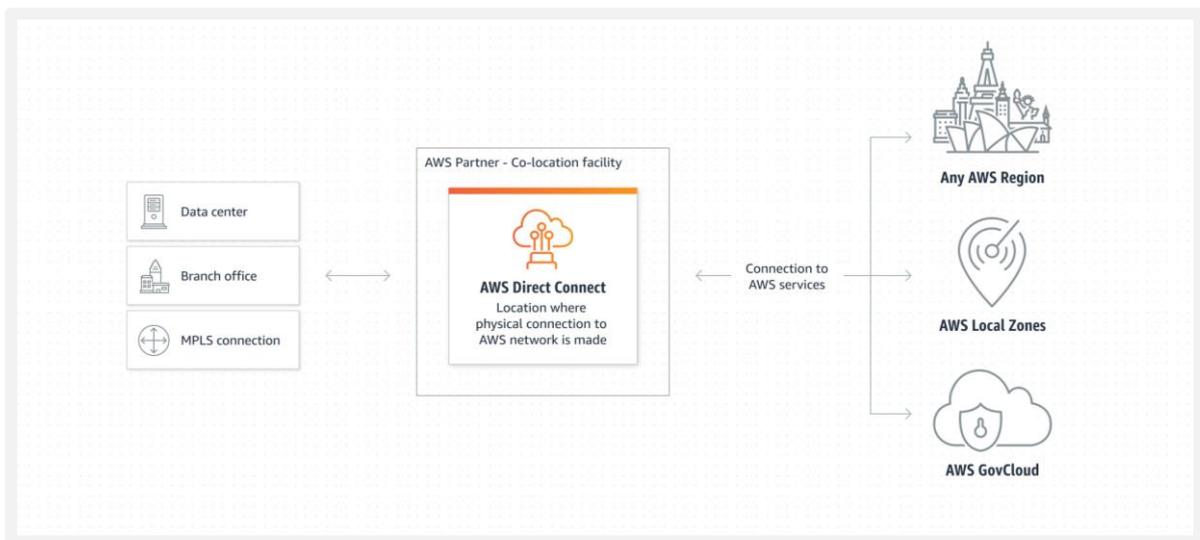


Figura 2.12. Entorno de AWS Direct Connect [57].

Amazon Elastic Block Store (EBS): es un servicio de almacenamiento en bloque persistente diseñado para su uso en conjunto con Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), EBS ofrece una solución escalable y altamente disponible para almacenar los datos de las instancias de EC2.

EBS permite a los usuarios crear volúmenes virtuales de almacenamiento y adjuntarlos a las instancias de EC2 según sea necesario. Estos volúmenes se comportan como discos duros virtuales y ofrecen un rendimiento consistente y confiable para las aplicaciones en ejecución. Los volúmenes de EBS son independientes de las instancias de EC2, lo que significa que se pueden adjuntar y desmontar de forma dinámica sin afectar el estado de la instancia [58].

Una de las principales ventajas de EBS es su capacidad para escalar de manera flexible el almacenamiento según las necesidades del usuario. Los volúmenes de EBS se pueden crear con diferentes capacidades y se pueden modificar en tiempo real para aumentar o reducir su tamaño. Esto permite a los usuarios adaptar su capacidad de almacenamiento a medida que crecen o cambian los requisitos de sus aplicaciones [58].

Además de la escalabilidad, EBS ofrece opciones de replicación y respaldo para garantizar la durabilidad y disponibilidad de los datos. Los volúmenes de EBS se replican automáticamente dentro de una misma zona de disponibilidad para proporcionar una mayor protección contra la pérdida de datos debido a fallos de hardware. Además, los usuarios tienen la opción de crear instantáneas de los volúmenes de EBS, lo que les permite realizar copias de seguridad puntuales y restaurar los datos en caso de fallos o errores [58].

EBS ofrece diferentes tipos de volúmenes para satisfacer las necesidades de rendimiento y costo de las aplicaciones. Por ejemplo, los volúmenes de propósito general (General Purpose SSD) proporcionan un equilibrio entre rendimiento y costo, mientras que los volúmenes provisionados (Provisioned IOPS SSD) están diseñados para aplicaciones que requieren un alto rendimiento de entrada/salida. También se ofrecen volúmenes magnéticos (Magnetic) como una opción de costo más bajo para aplicaciones con requisitos de rendimiento más bajos [58].

En la Figura 2.13, se observa el entorno de Amazon Elastic Block Store.

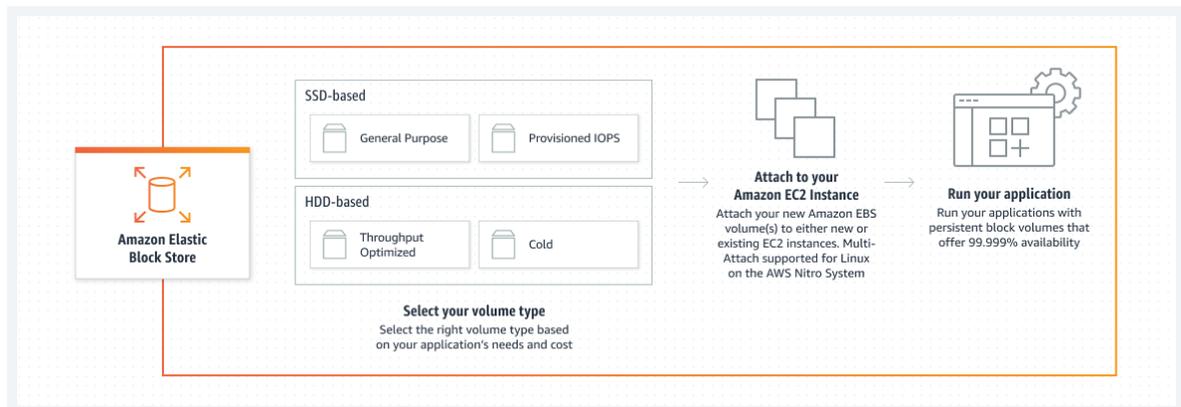


Figura 2.13. Entorno de Amazon Elastic Block Store (EBS) [59].

Amazon S3 (Simple Storage Service): se trata de una solución altamente escalable y duradera que permite a los usuarios almacenar y recuperar grandes volúmenes de datos de forma segura y confiable.

S3 es utilizado por organizaciones de diversos tamaños y sectores para una variedad de casos de uso, como el almacenamiento de archivos, copias de seguridad, archivos multimedia y como origen de datos para aplicaciones en la nube. Proporciona una interfaz simple y fácil de usar para cargar, descargar y gestionar objetos en el almacenamiento [60].

Una de las características principales de S3 es su escalabilidad. Permite a los usuarios almacenar una cantidad prácticamente ilimitada de datos, desde unos pocos gigabytes hasta varios petabytes, sin preocuparse por la infraestructura subyacente. Esto facilita el crecimiento y la expansión de los datos a medida que las necesidades de almacenamiento de una organización aumentan con el tiempo [60].

Además de su capacidad de escalar, S3 se destaca por su durabilidad. Los datos almacenados en S3 se replican automáticamente en múltiples ubicaciones geográficas, lo que garantiza la alta disponibilidad y protección contra la pérdida de datos. Amazon S3 ofrece una durabilidad del 99.99% para los objetos almacenados, lo que significa que la probabilidad de pérdida de datos es extremadamente baja [60].

La seguridad es otro aspecto fundamental de S3. AWS ofrece opciones de autenticación y autorización sólidas para proteger los datos almacenados en S3. Los usuarios pueden configurar políticas de acceso granulares y utilizar mecanismos de cifrado para garantizar la confidencialidad de los datos en tránsito y en reposo. Además, S3 ofrece funciones de control de acceso a nivel de objeto, lo que permite compartir objetos específicos de forma segura con otros usuarios o aplicaciones [60].

S3 también proporciona una alta velocidad de acceso a los datos. Los objetos almacenados en S3 pueden ser accedidos y descargados de manera rápida y eficiente, lo que garantiza un rendimiento óptimo para aplicaciones y servicios que dependen de la recuperación de datos de forma ágil [60].

En la Figura 2.14, se observa el entorno de Amazon S3.



Figura 2.14. Entorno de Amazon S3 [61].

AWS Identity and Access Management (IAM): es un servicio que se centra en la administración de identidades y el control de acceso a los recursos de AWS. IAM permite a los usuarios definir y gestionar políticas de acceso granulares, asignar roles y permisos específicos, y controlar de manera segura quién tiene acceso a los diferentes servicios y recursos en el VDC [62].

La gestión eficiente de las identidades y los privilegios es un aspecto fundamental para garantizar la seguridad y la conformidad en un entorno de VDC. IAM brinda a los administradores de TI la capacidad de crear y administrar usuarios, grupos y roles, y asignar permisos específicos a nivel de recurso. Estas políticas de acceso se pueden personalizar según las necesidades de la organización, lo que permite un control preciso y granular sobre quién puede acceder a qué recursos y qué acciones pueden realizar [62].

Una de las características clave de IAM es la capacidad de asignar roles a los usuarios en lugar de otorgar permisos directamente a las cuentas individuales. Esto proporciona un enfoque más escalable y fácil de administrar, ya que los roles se pueden reutilizar en diferentes contextos y actualizar de manera centralizada. Además, IAM permite establecer una jerarquía de permisos y políticas, lo que facilita la implementación de políticas de seguridad y acceso coherentes en todo el VDC [62].

IAM también ofrece integración con otros servicios de AWS, lo que permite una administración de identidades y acceso más centralizada y unificada. Los administradores pueden utilizar IAM para gestionar el acceso a servicios como Amazon S3, Amazon EC2 y Amazon RDS, entre otros. Esto simplifica el proceso de administración de acceso y garantiza que las políticas y los permisos se apliquen de manera coherente en toda la infraestructura de AWS [62].

Además, IAM proporciona registros de auditoría y seguimiento detallados para ayudar en la supervisión y el cumplimiento normativo. Los administradores pueden revisar y analizar los eventos de acceso y las acciones realizadas por los usuarios, lo que permite detectar posibles problemas de seguridad y tomar medidas correctivas de manera oportuna [62].

En la Figura 2.15, se observa el entorno de AWS Identity and Access Management.

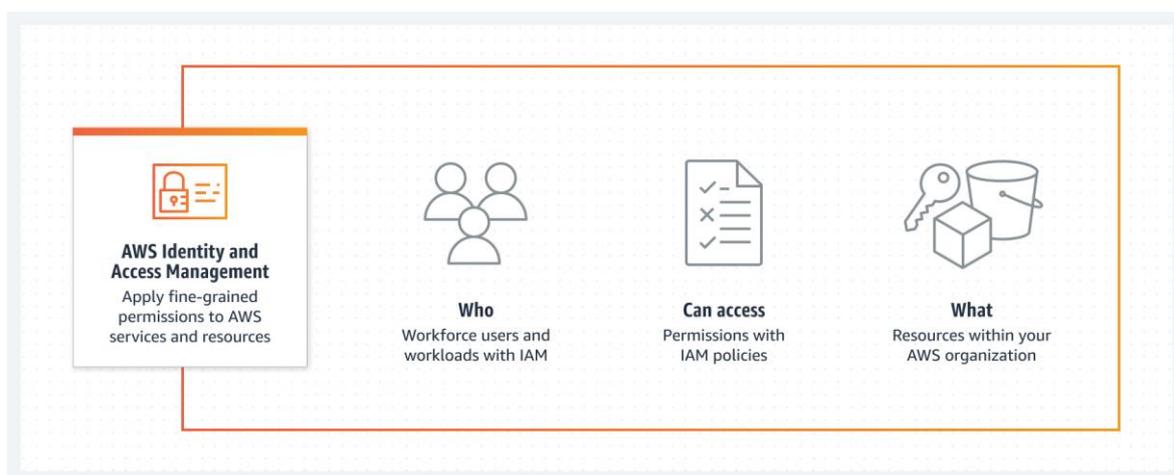


Figura 2.15. Entorno de AWS Identity and Access Management [63].

AWS CloudFormation: permite a los usuarios automatizar la creación, gestión y configuración de recursos de AWS de manera programática. Se basa en el concepto de infraestructura como código, lo que significa que los recursos y configuraciones se describen en un formato de plantilla en lugar de realizar acciones manuales [64].

El objetivo principal de AWS CloudFormation es facilitar y agilizar el proceso de implementación y gestión de la infraestructura en el VDC. En lugar de configurar y aprovisionar manualmente cada recurso, los usuarios pueden definir todos los recursos necesarios y sus relaciones en una plantilla de CloudFormation. Estas plantillas se escriben en un formato legible por humanos, como JSON o YAML, y describen la configuración deseada de la infraestructura, incluyendo redes, servidores, bases de datos y otros servicios de AWS [64].

Una vez que se define la plantilla, los usuarios pueden utilizar AWS CloudFormation para crear pilas que representan conjuntos de recursos relacionados. Al crear una pila, CloudFormation se encarga de aprovisionar automáticamente los recursos según lo especificado en la plantilla. Esto incluye la creación de instancias de EC2, la configuración de grupos de seguridad, la creación de bases de datos y mucho más. CloudFormation se encarga de manejar la secuencia y la dependencia entre los recursos, asegurando que se creen y configuren correctamente [64].

Además de la creación inicial de la infraestructura, AWS CloudFormation también se ocupa de la gestión de la infraestructura a lo largo del ciclo de vida del VDC. Los usuarios pueden realizar actualizaciones y modificaciones en las plantillas existentes, y CloudFormation se encargará de aplicar los cambios de manera segura y sin interrupciones. Esto incluye la adición o eliminación de recursos, la actualización de la configuración y la resolución de dependencias entre los recursos existentes y los nuevos [64].

Otra característica importante de CloudFormation es la capacidad de realizar operaciones de reversión en caso de que ocurra algún error durante el proceso de implementación o actualización. Esto garantiza que la infraestructura pueda volver a un estado anterior y evitar posibles problemas en la aplicación [64].

En la Figura 2.16, se observa el entorno de AWS CloudFormation.

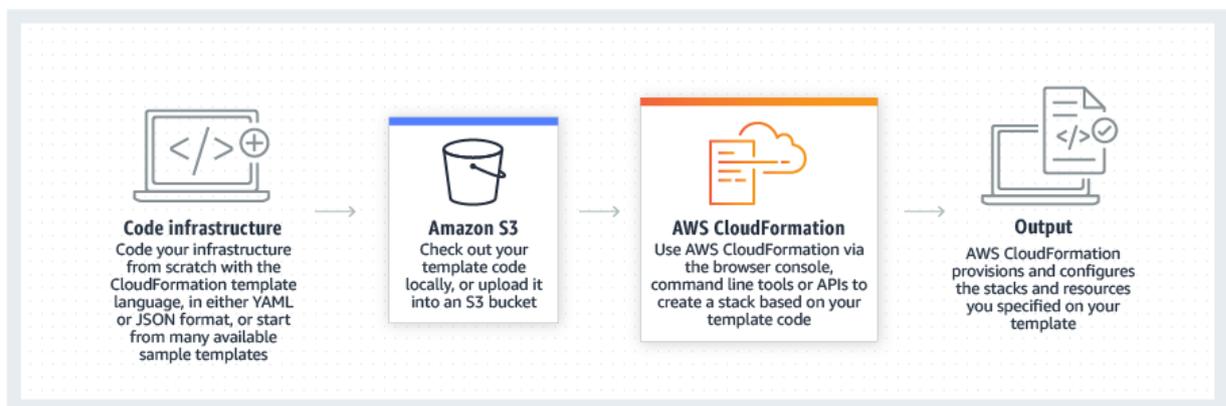


Figura 2.16. Entorno de AWS CloudFormation [65]

2.2.2 VMware

VMware es una empresa líder en virtualización y ofrece una variedad de servicios diseñados específicamente para VDC. Estos servicios permiten a las organizaciones optimizar y gestionar eficientemente sus infraestructuras virtuales, brindando flexibilidad, rendimiento y seguridad. A continuación, se describen algunos de los servicios más destacados de VMware para Centros de Datos Virtualizados:

VMware vSphere: es una plataforma de virtualización ampliamente reconocida y utilizada en la industria, que proporciona una infraestructura completa y robusta para VDC. Con vSphere, las organizaciones pueden consolidar servidores físicos en máquinas virtuales, lo que les permite maximizar la utilización de recursos y reducir los costos operativos asociados con la gestión de una infraestructura de servidores físicos [66].

Una de las principales ventajas de vSphere es su capacidad para ofrecer características avanzadas que mejoran la eficiencia y garantizan la continuidad operativa en el VDC. Por ejemplo, la migración permite trasladar máquinas virtuales de un servidor físico a otro sin interrupciones, lo que minimiza el tiempo de inactividad y ofrece flexibilidad en la administración de cargas de trabajo [66].

La alta disponibilidad es otra característica esencial de vSphere, que garantiza la disponibilidad continua de las aplicaciones y servicios en caso de fallas de hardware o de un servidor. Mediante la replicación de máquinas virtuales en varios hosts, vSphere puede detectar automáticamente las fallas y reiniciar las máquinas virtuales en servidores sanos, evitando interrupciones en la prestación de servicios [66].

La administración centralizada es otro aspecto destacado de vSphere, ya que proporciona una interfaz unificada para administrar y controlar todos los recursos del VDC. Los administradores pueden gestionar fácilmente las máquinas virtuales, monitorear el rendimiento, asignar recursos, configurar políticas de seguridad y realizar tareas de mantenimiento desde una sola ubicación. [66]

Además de estas características clave, vSphere ofrece una amplia gama de herramientas y funciones adicionales que mejoran la eficiencia y la seguridad en el VDC. Estas incluyen capacidades de gestión de almacenamiento, opciones de respaldo y recuperación ante desastres, integración con servicios de nube pública y soporte para virtualización de redes.

En la Figura 2.17, se observa el entorno de VMware vSphere.

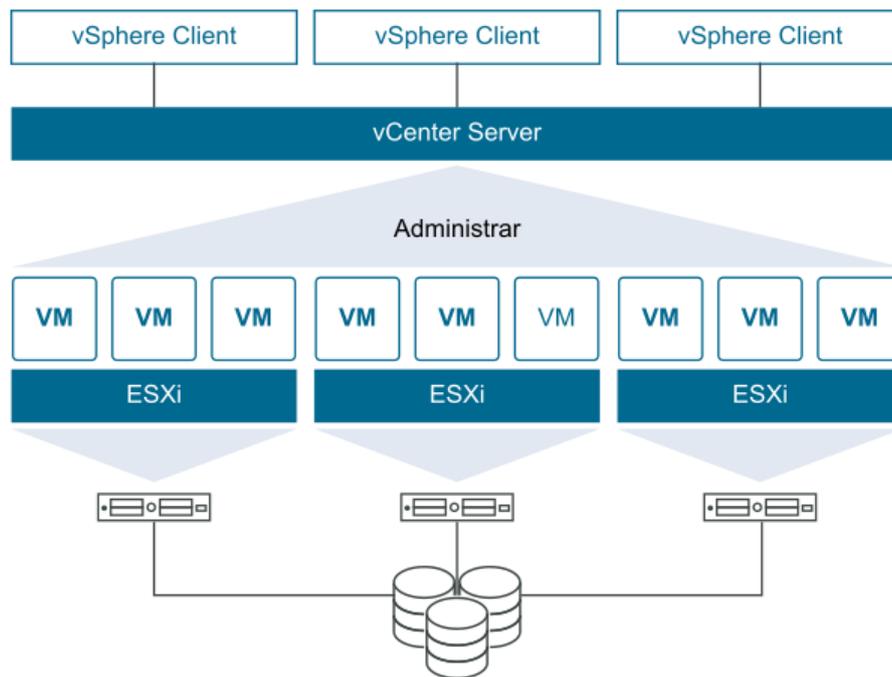


Figura 2.17. Entorno de VMware vSphere [66].

VMware NSX: es una plataforma de virtualización de redes altamente innovadora que ofrece una solución avanzada para la creación y gestión de redes virtuales en el centro de datos. NSX se basa en una arquitectura de software definido (SDN) que permite la separación de la infraestructura de red física de la lógica de red virtual, lo que brinda numerosos beneficios en términos de flexibilidad, seguridad y escalabilidad [67].

Uno de los principales aspectos distintivos de NSX es su capacidad para abstraer la red, lo que significa que los componentes de la red, como conmutadores, enrutadores y firewalls, se implementan y administran de manera virtualizada en lugar de estar vinculados a dispositivos físicos específicos. Esto permite una mayor agilidad en la configuración y gestión de redes virtuales, ya que los cambios y las actualizaciones se pueden realizar de forma rápida y sin interrupciones en la infraestructura física subyacente [67].

La plataforma NSX ofrece una amplia gama de características y funcionalidades que mejoran la seguridad y la eficiencia en la configuración de la red. Por ejemplo, permite la implementación de políticas de seguridad granulares y basadas en roles, lo que permite definir reglas de acceso específicas para cada máquina virtual y controlar el tráfico de red de manera precisa. Esto asegura que las políticas de seguridad sean consistentes y estén alineadas con los requisitos de cumplimiento de la organización [67].

NSX ofrece una funcionalidad de microsegmentación, que permite dividir la red en segmentos más pequeños y aislarlos unos de otros. Esto ayuda a prevenir la propagación de amenazas y ataques dentro del VDC, al tiempo que permite un mayor control y visibilidad sobre el tráfico de red [67].

Otro beneficio clave de NSX es su capacidad para integrarse con otras soluciones de VMware, como vSphere, lo que permite una gestión unificada y simplificada de la infraestructura virtual. Los administradores pueden gestionar tanto la red como las máquinas virtuales desde una única interfaz, lo que reduce la complejidad operativa y mejora la eficiencia en la administración del VDC [67].

En la Figura 2.18, se observan los componentes de VMware NSX.

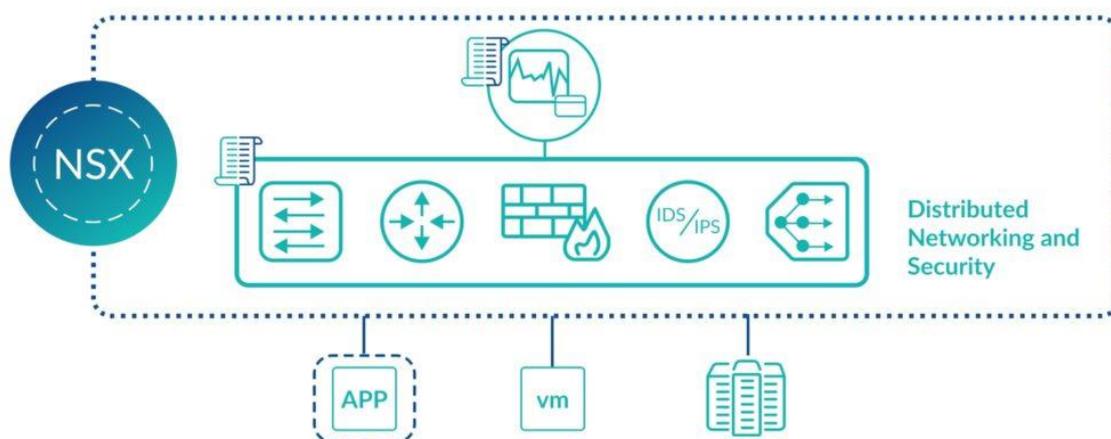


Figura 2.18. Componentes de VMware NSX [67].

VMware Vsan: es una solución de almacenamiento definido por software que ofrece una infraestructura de almacenamiento compartido y escalable dentro de un entorno de VDC. Esta tecnología revolucionaria permite a las organizaciones aprovechar el almacenamiento local de los servidores físicos y utilizarlo de manera conjunta para crear una capa de almacenamiento altamente disponible y flexible [68].

Una de las principales ventajas de vSAN es su capacidad para eliminar la dependencia de una solución de almacenamiento externa y consolidar todo el almacenamiento en los servidores del clúster vSAN. Esto simplifica la administración y reduce los costos asociados con la adquisición y mantenimiento de un sistema de almacenamiento separado. vSAN utiliza una arquitectura distribuida y tolerante a fallas para garantizar la disponibilidad de los datos almacenados. Los datos se distribuyen y replican en múltiples servidores, lo que proporciona redundancia y protección contra la pérdida de datos en caso de un fallo de

hardware o de un servidor completo. Además, vSAN admite la detección automática de fallas y la reconstrucción de datos en tiempo real, lo que minimiza el impacto en la continuidad operativa y garantiza la integridad de los datos [68].

Otra característica destacada de vSAN es su capacidad de escala horizontal. A medida que las necesidades de almacenamiento crecen, los administradores pueden agregar fácilmente nuevos servidores al clúster vSAN, lo que permite aumentar la capacidad de almacenamiento sin interrupciones ni cambios en la configuración existente. Esto proporciona una mayor flexibilidad y permite a las organizaciones adaptarse rápidamente a los cambios en las demandas de almacenamiento [68].

vSAN también ofrece funcionalidades avanzadas, como la deduplicación y compresión de datos, que permiten reducir el consumo de espacio de almacenamiento y optimizar el rendimiento. Estas técnicas de optimización de datos ayudan a maximizar la utilización de recursos y a reducir los costos operativos asociados con el almacenamiento [68].

En la Figura 2.19, se observa el entorno de VMware vSAN.

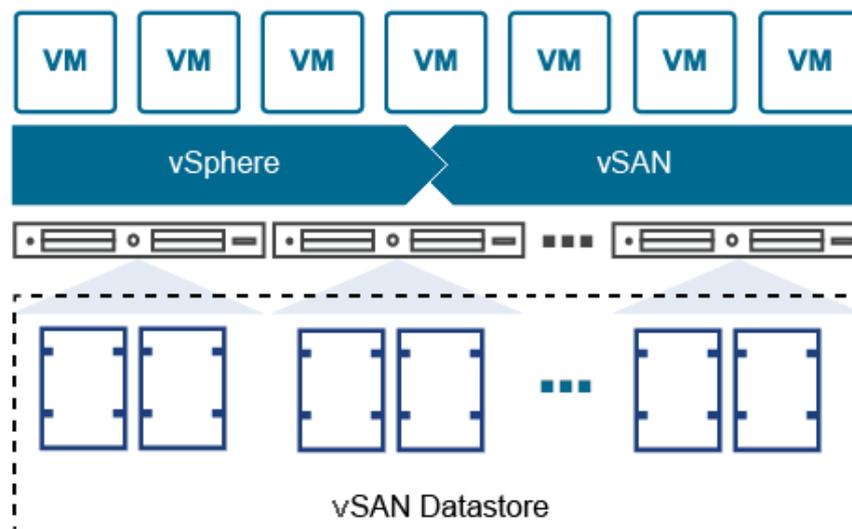


Figura 2.19. Entorno de VMware vSAN [68].

VMware vRealize Suite: es una suite integral de herramientas de gestión y automatización de la infraestructura diseñada específicamente para entornos virtuales. Esta suite se compone de varios componentes clave, cada uno de los cuales desempeña un papel crucial en la gestión y optimización de la infraestructura en un VDC [69].

Uno de los componentes principales de vRealize Suite es vRealize Automation, que permite la automatización de la implementación y la gestión de servicios en la infraestructura virtual. Con vRealize Automation, las organizaciones pueden definir flujos

de trabajo personalizados para la provisión de recursos, lo que simplifica y acelera el proceso de implementación de máquinas virtuales y aplicaciones. Además, vRealize Automation ofrece capacidades de aprovisionamiento basadas en políticas, lo que garantiza la consistencia y la conformidad en la entrega de servicios en todo el VDC [69].

Otro componente esencial de vRealize Suite es vRealize Operations, que proporciona una plataforma de gestión de operaciones unificada y centralizada. Este componente permite a los administradores supervisar y optimizar el rendimiento, la capacidad y la salud de la infraestructura virtual. vRealize Operations utiliza análisis avanzados y aprendizaje automático para identificar patrones, tendencias y problemas potenciales, lo que ayuda a prevenir interrupciones y optimizar la utilización de recursos. Además, vRealize Operations ofrece informes y paneles personalizables que permiten a los administradores visualizar y analizar datos clave de manera intuitiva [69].

El tercer componente clave de vRealize Suite es vRealize Log Insight, que proporciona capacidades de análisis de registros y gestión de eventos. Esta herramienta recopila, analiza y correlaciona registros de diferentes fuentes en el VDC, lo que facilita la detección y resolución de problemas. vRealize Log Insight utiliza algoritmos de análisis inteligentes para identificar patrones, anomalías y tendencias en los registros, lo que ayuda a los administradores a comprender mejor el rendimiento y la seguridad de la infraestructura [69].

En conjunto, vRealize Suite ofrece una solución completa para la gestión y automatización de la infraestructura en un VDC. Al proporcionar una visión unificada de la infraestructura, vRealize Suite ayuda a optimizar los recursos, mejorar la eficiencia operativa y facilitar la entrega de servicios. Los administradores pueden aprovechar las capacidades de automatización, supervisión y análisis de vRealize Suite para maximizar el rendimiento de la infraestructura virtual y garantizar una experiencia óptima para los usuarios finales [69].

En la Figura 2.20, se observa las licencias y los servicios disponibles en VMware vRealize Suite.

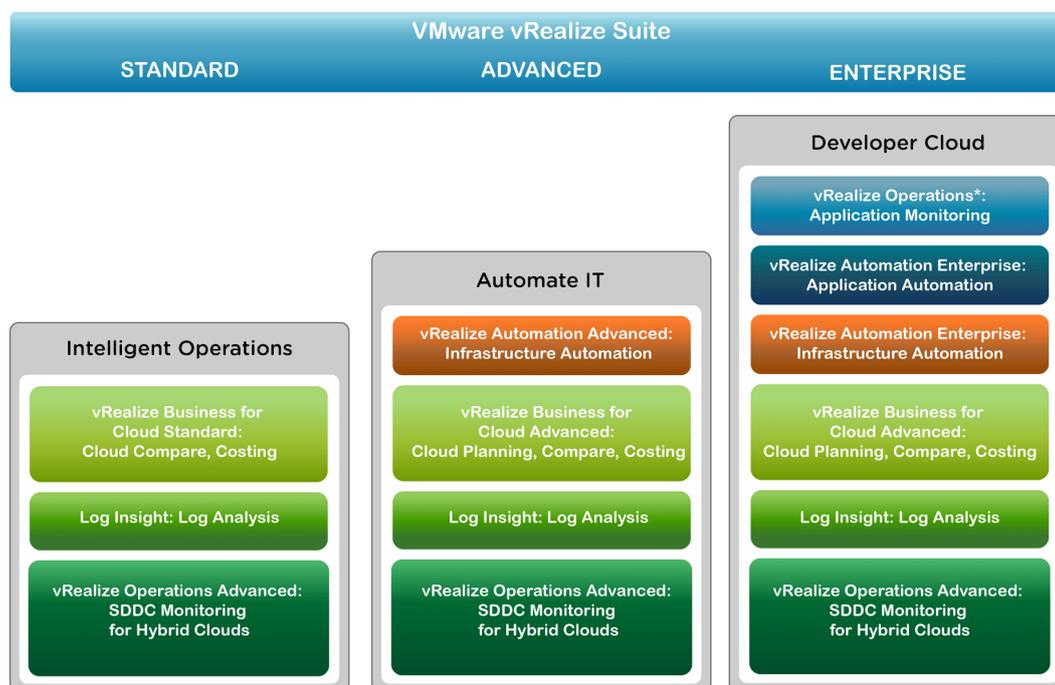


Figura 2.20. Licencias disponibles en VMware vRealize Suite [70].

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presenta la comparativa entre los servicios de VDC descritos en el capítulo 2, resaltando sus principales ventajas y desventajas frente a la implementación del servicio en una empresa.

3.1 Resultados

3.1.1 Comparación entre los servicios de VMware y Amazon Web Services (AWS)

Los servicios de VDC ofrecidos por estos dos proveedores cumplen con las funciones principales de virtualización, gestión, escalabilidad, seguridad y diversidad de servicios. Sin embargo, existen algunas diferencias que logran que los servicios ofrecidos por estos proveedores lleguen a sobresalir o empequeñecerse al momento de la elección de un proveedor por una empresa.

En la Tabla 3.1 se observa una tabla comparativa de los servicios ofrecidos por AWS y VMware con enfoque en los parámetros más relevantes en los servicios de VDC.

Tabla 3.1. Tabla comparativa de los servicios ofrecidos por VMware y AWS

Servicio	VMware	AWS
Virtualización de Servidores	La plataforma vSphere ofrece virtualización de servidores en entornos locales (infraestructura local).	Amazon EC2 proporciona instancias de máquinas virtuales como servicio en la nube.
Virtualización de Redes	VMware NSX es una solución de virtualización de redes que permite la segmentación y gestión avanzada en entornos virtuales.	Amazon VPC ofrece la posibilidad de crear redes privadas virtuales (VPNs) aisladas en la nube.
Virtualización de Almacenamiento	VMware vSAN es una solución de almacenamiento definido por software e hiperconvergencia que se integra con vSphere.	Amazon EBS proporciona almacenamiento persistente para las instancias EC2 en AWS.
Gestión y Automatización	VMware incluye herramientas como vCenter para la gestión y automatización de recursos en entornos virtualizados.	AWS ofrece AWS Management Console y servicios como CloudFormation para gestionar y automatizar recursos.
Escalabilidad y Elasticidad	VMware permite la escalabilidad vertical y horizontal, mediante la adición de recursos a las máquinas virtuales o la creación de nuevas.	AWS proporciona elasticidad mediante la ampliación o reducción de instancias EC2 según la demanda.
Modelo de Precios	VMware utiliza un modelo de precios basado en licencias y suscripciones, con costos que incluyen hardware y mantenimiento.	AWS opera con un modelo de pago por uso, donde se paga solo por los recursos consumidos en la nube.
Integración con la Nube Pública	VMware Cloud on AWS facilita la integración de infraestructuras locales con la nube de AWS.	AWS brinda una amplia gama de servicios en la nube, con la posibilidad de integrarlos para soluciones híbridas.
Control y Cumplimiento	VMware brinda control total sobre la infraestructura virtualizada y permite cumplir con regulaciones al mantener los datos localmente.	AWS ofrece niveles de control, pero los datos pueden ubicarse en diversas regiones, lo que puede requerir adaptación a regulaciones.

Casos de Uso	VMware es preferido por organizaciones que buscan control total, cumplimiento normativo y continuidad con sistemas existentes.	AWS es adecuado para empresas que priorizan escalabilidad rápida, agilidad y adaptación a un modelo de nube.
--------------	--	--

En la Tabla 3.2, se indican las ventajas y desventajas de VMware y AWS.

Tabla 3.2. Ventajas y desventajas de VMware y AWS

VMware		AWS	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Amplia experiencia en virtualización y optimización de recursos locales	Limitado a entornos locales, lo que puede requerir inversiones en infraestructura física	Elasticidad y escalabilidad masiva para adaptarse a la demanda variable	Dependencia de la conectividad a Internet para el acceso a servicios en la nube
Control y personalización de la infraestructura en entornos locales	Requiere conocimientos y habilidades técnicas para la administración y mantenimiento	Disponibilidad global con múltiples regiones y zonas de disponibilidad	Necesidad de habilidades técnicas y conocimientos para la gestión y administración del VDC
Ofrece soluciones para la virtualización de redes y almacenamiento	Menos escalabilidad global en comparación con la nube pública	Altos estándares de seguridad y cumplimiento	Requisitos de cumplimiento normativo y legal que pueden variar según la región geográfica

Con los resultados obtenidos se llega a la conclusión que VMware se destaca como una opción preferente para implementaciones de VDC en comparación con AWS debido a una serie de razones fundamentales que sustentan su ventaja en ciertos contextos. Estas razones se derivan de su enfoque en la virtualización completa, la experiencia consolidada en la industria y la capacidad para satisfacer requisitos específicos de control y cumplimiento.

3.2 Conclusiones

- Tanto VMware como AWS son líderes en el campo de la virtualización, pero sus enfoques son diferentes. VMware se enfoca en la virtualización en entornos locales, proporcionando una solución robusta y madura para la creación y gestión de máquinas virtuales en servidores físicos, complementada con soluciones de gestión y virtualización de redes y almacenamiento. Por otro lado, AWS ofrece una virtualización a gran escala en la nube pública, permitiendo a los usuarios lanzar y administrar máquinas virtuales y contenedores en su infraestructura global. La elección entre VMware y AWS dependerá de las necesidades específicas de cada organización, incluyendo consideraciones sobre la ubicación de la infraestructura, la escala deseada y las preferencias de implementación en entornos locales o en la nube.
- VMware ofrece una solución de virtualización integral que abarca servidores, redes y almacenamiento. Esta amplitud permite a las organizaciones lograr una virtualización total de sus infraestructuras, lo que conlleva a un mayor grado de personalización y adaptación a las necesidades particulares de la organización. Por otro lado, AWS, si bien ofrece máquinas virtuales a través de EC2, no está diseñado específicamente como una solución de virtualización integral, lo que podría limitar la flexibilidad y la personalización en comparación con VMware.
- Hay escenarios en los cuales la preferencia por VMware se basa en requisitos específicos de control y cumplimiento. Algunas industrias están sujetas a regulaciones estrictas sobre la ubicación y el control de los datos. En tales casos, mantener un centro de datos local con VMware podría ser la opción preferida, ya que ofrece un mayor control sobre la ubicación física y la seguridad de los datos, cumpliendo con los requisitos regulatorios de manera más precisa que la infraestructura en la nube de AWS.
- VMware emerge como la elección destacada para VDC en virtud de su enfoque integral en la virtualización, su experiencia consolidada en la industria y la capacidad de cumplir con requisitos específicos de control y cumplimiento. Aunque AWS es un actor prominente en la nube, su enfoque puede no ser el más adecuado para todos los escenarios de VDC, especialmente cuando se valora el control y la continuidad en la gestión de infraestructuras virtualizadas.

3.3 Recomendaciones

- Se debe hacer un estudio enfocado en las necesidades de VDC para la empresa, que se logre llegar a una decisión favorable en entorno de costos y recursos bien utilizados.
- Se debe comparar precios al momento de adquirir los servicios de VDC para la empresa, basándose en las necesidades de infraestructura o nube, flexibilidad, escalabilidad, virtualización, gestión, seguridad, entre otros.
- Adquirir servicios de VDC es una inversión muy alta para una empresa, pero dicha inversión traerá beneficios que se verán reflejados inmediatamente gracias a la mejora en el rendimiento y gestión y optimización de recursos.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] La correcta gestión de un Data Center. kionetworks, (2019). [En línea]. Disponible: <https://www.kionetworks.com/hubfs/Campaña%20Inbound%20Data%20center/AW/Entregable%20Awareness.pdf> (accedido el 8 de junio de 2023).

[2] La optimización del centro de datos. IntelITCenter, (2020). [En línea]. Disponible: <https://www.intel.la/content/dam/www/public/lar/xl/es/documents/articles/10237926-dco-planningguide-v2b-spa.pdf> (accedido el 5 de junio de 2023).

[3] What is a Virtual Data Center? (2021, mayo 27). Check Point Software. <https://www.checkpoint.com/cyber-hub/cyber-security/what-is-data-center/what-is-a-virtual-data-center/> (accedido el 8 de junio de 2023).

[4] A. Velimirovic. "What is a Virtual Data Center (VDC)? | phoenixNAP Blog". phoenixNAP Blog. <https://phoenixnap.com/blog/what-is-virtual-data-center> (accedido el 9 de junio de 2023).

[5] "Las ventajas de un centro de datos virtual - ALMAZENA". ALMAZENA. <https://www.almazena.com/las-ventajas-de-un-centro-de-datos-virtual/> (accedido el 9 de junio de 2023).

[6] "What is a Virtual Data Center?" checkpoint. <https://www.checkpoint.com/cyber-hub/cyber-security/what-is-data-center/what-is-a-virtual-data-center/#:~:text=A%20virtual%20data%20center%20offers,configuring,%20and%20maintaining%20physical%20appliances> (accedido el 10 de junio de 2023).

[7] "Centro de datos virtual: Una perspectiva de la red - Cloud Adoption Framework". Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. <https://learn.microsoft.com/es->

es/azure/cloud-adoption-framework/resources/networking-vdc (accedido el 9 de junio de 2023).

[8] "Directory Services". CyberArk. <https://www.cyberark.com/what-is/directory-services/#:~:text=A%20directory%20service%20is%20a,information%20about%20devices,%20and%20more> (accedido el 10 de junio de 2023).

[9] "¿Qué es la Gestión de Identidad? | Servicio de Informática y Comunicaciones". Servicio de Informática y Comunicaciones. <https://sic.us.es/servicios/cuentas-y-accesos-los-servicios/gestion-de-usuarios-y-contrasenas-uvus/identidad/intro> (accedido el 12 de junio de 2023).

[10] "Infrastructure Security". Hewlett Packard Enterprise. <https://www.hpe.com/us/en/what-is/infrastructure-security.html> (accedido el 13 de junio de 2023).

[11] "What is Cloud Connectivity?" Ufinet. <https://www.ufinet.com/what-is-cloud-connectivity/> (accedido el 13 de junio de 2023).

[12] "Gestión de centros de datos en la nube". Data center industry news, analysis and opinion - DCD. <https://www.datacenterdynamics.com/es/opinion/gestión-de-centros-de-datos-en-la-nube/> (accedido el 16 de junio de 2023).

[13] "What Is a Flat Network? Definition, Benefits & How It Works". Enterprise Networking Planet. <https://www.enterprisenetworkingplanet.com/management/the-risks-and-rewards-of-flat-networks/> (accedido el 15 de junio de 2023).

[14] "Topología de red punto a punto". Topologías de red. <https://topologiasdered.com/red-punto-a-punto/> (accedido el 17 de junio de 2023).

[15] "What is Star Topology?" Computer Hope's Free Computer Help. <https://www.computerhope.com/jargon/s/startopo.htm> (accedido el 16 de agosto de 2023).

[16] "Sunbird DCIM". DCIM - Data Center Infrastructure Management Software System, Cable Management, Infrastructure Design & Optimization Companies - Sunbird DCIM. <https://www.sunbirdcim.com/glossary/star-topology#:~:text=Star%20topology%20is%20a%20type,which%20gives%20it%20its%20name> (accedido el 16 de junio de 2023).

[17] "Topología de red en estrella". Topologías de red. <https://topologiasdered.com/red-en-estrella/> (accedido el 16 de junio de 2023).

- [18] "Tree Topology". byjus. <https://byjus.com/gate/tree-topology-notes/#:~:text=of%20Tree%20Topology-,What%20is%20Tree%20Topology?,coming%20off%20of%20the%20trunk> (accedido el 17 de junio de 2023).
- [19] "Topología de red en árbol". Topologías de red. <https://topologiasdered.com/red-en-arbol/> (accedido el 18 de junio de 2023).
- [20] "Sunbird DCIM". DCIM - Data Center Infrastructure Management Software System, Cable Management, Infrastructure Design & Optimization Companies - Sunbird DCIM. [https://www.sunbirdcim.com/glossary/mesh-topology/#:~:text=Mesh%20topology%20is%20a%20type,\(sent%20to%20all%20devices\)](https://www.sunbirdcim.com/glossary/mesh-topology/#:~:text=Mesh%20topology%20is%20a%20type,(sent%20to%20all%20devices)) (accedido el 18 de junio de 2023).
- [21] "Topología de red en malla". Topologías de red. <https://topologiasdered.com/red-en-malla/> (accedido el 18 de junio de 2023).
- [22] "What is a Virtual Server? Definition & FAQs | Avi Networks". Avi Networks. <https://avinetworks.com/glossary/virtual-server/> (accedido el 20 de junio de 2023).
- [23] "¿Qué es un servidor virtual? | Google Cloud | Google Cloud". Google Cloud. <https://cloud.google.com/learn/what-is-a-virtual-server?hl=es-419> (accedido el 21 de agosto de 2023).
- [24] "What is a Hypervisor? | VMware Glossary". VMware. <https://www.vmware.com/topics/glossary/content/hypervisor.html> (accedido el 21 de agosto de 2023).
- [25] "Virtualized Storage - Benefits & How Does It Work | StarWind". Virtualized Storage - Benefits & How Does It Work | StarWind. <https://www.starwindsoftware.com/virtualized-storage> (accedido el 26 de junio de 2023).
- [26] "What is Network Virtualization? | VMware Glossary". VMware. [https://www.vmware.com/topics/glossary/content/network-virtualization.html#:~:text=Network%20Virtualization%20\(NV\)%20refers%20to,into%20separate,%20independent%20virtual%20networks](https://www.vmware.com/topics/glossary/content/network-virtualization.html#:~:text=Network%20Virtualization%20(NV)%20refers%20to,into%20separate,%20independent%20virtual%20networks) (accedido el 1 de julio de 2023).
- [27] "A Beginner's Guide to NFV MANO-Management & Orchestration -". - Your Bridge to Telco Cloud. <https://telcocloudbridge.com/blog/a-beginners-guide-to-nfv-management-orchestration-mano/> (accedido el 1 de julio de 2023).

- [28] F. Li y L. Zhao. "Load Balancing in Data Center Networks". SpringerLink. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-32903-1_325-1 (accedido el 2 de julio de 2023).
- [29] "What is Data Center Security? | VMware Glossary". VMware. <https://www.vmware.com/topics/glossary/content/data-center-security.html> (accedido el 2 de julio de 2023).
- [30] A. S. Gillis. "What is a Virtual Switch (vSwitch)?" IT Operations. <https://www.techtarget.com/searchitoperations/definition/virtual-switch> (accedido el 5 de julio de 2023).
- [31] "Cisco Nexus 1000V Switch for VMware vSphere". Cisco. <https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/nexus-1000v-switch-vmware-vsphere/index.html> (accedido el 5 de julio de 2023).
- [32] "1000V Series Archives". Cisco License. <https://ciscolicense.com/lic/cat/networking/switch/nexus/1000v/> (accedido el 6 de julio de 2023).
- [33] "Cisco Nexus 1000V Virtual Switch". Networking, Cloud, and Cybersecurity Solutions - Cisco. https://www.cisco.com/c/dam/global/en_sg/training-events/datacentertechbyte/assets/pdfs/n1000_datasheet.pdf (accedido el 6 de julio de 2023).
- [34] "ovsdb — Open vSwitch 3.2.90 documentation". Project — Open vSwitch 3.2.90 documentation. <https://docs.openvswitch.org/en/latest/ref/ovsdb.7/> (accedido el 6 de julio de 2023).
- [35] "Open vSwitch". Open vSwitch. <https://www.openvswitch.org/> (accedido el 13 de julio de 2023).
- [36] "P4 and Open vSwitch - Open Networking Foundation". Open Networking Foundation. <https://opennetworking.org/news-and-events/blog/p4-and-open-vswitch/> (accedido el 13 de julio de 2023).
- [37] "Hyper-V Virtual Switch". Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/virtualization/hyper-v-virtual-switch/hyper-v-virtual-switch> (accedido el 14 de julio de 2023).

- [38] "Hyper-V Virtual Switches: Types and Configuration". Nakivo. <https://www.nakivo.com/blog/hyper-v-networking-virtual-switches/> (accedido el 14 de julio de 2023).
- [39] "What's New in Hyper-V Virtual Switch in Windows Server 2012". Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. [https://learn.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2012-r2-and-2012/jj679878\(v=ws.11\)](https://learn.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2012-r2-and-2012/jj679878(v=ws.11)) (accedido el 15 de julio de 2023).
- [40] D. Watts, IBM BladeCenter Virtual Fabric solutions. [S.l.]: IBM Corp. International Technical Support Organization, 2011.
- [41] "BladeCenter Virtual Fabric 10Gb Switch Module Product Guide (withdrawn product)". Lenovo Press. <https://lenovopress.lenovo.com/tips0708-bladecenter-virtual-fabric-10gb-switch-module> (accedido el 15 de julio de 2023).
- [42] "Qué es un data center o centro de datos y cómo es | StackScale". StackScale. <https://www.stackscale.com/es/blog/que-es-un-centro-de-datos/> (accedido el 15 de julio de 2023).
- [43] N. Barney y A. S. Gillis. "What is AWS (Amazon Web Services) and How Does it Work?" SearchAWS. <https://www.techtarget.com/searchaws/definition/Amazon-Web-Services> (accedido el 16 de julio de 2023).
- [44] "Amazon Web Services (AWS): ¿qué es y qué ofrece? - CoDigital". CoDigital. <https://codigital.ec/amazon-web-services-aws-que-es-y-que-ofrece/> (accedido el 16 de julio de 2023).
- [45] "What does Cisco do: Business model | Products | Competitors". The Strategy Story. <https://thestrategy.com/2023/01/26/what-does-cisco-do-business-model-products-competitors/#:~:text=Cisco%20designs%20and%20sells%20a,things%20connecting%20to%20their%20networks> (accedido el 16 de julio de 2023).
- [46] "SD-WAN, reduciendo la complejidad y optimizando el rendimiento". Cisco Blogs. <https://gblogs.cisco.com/es/2019/03/sd-wan-reduciendo-la-complejidad-y-optimizando-el-rendimiento/> (accedido el 18 de julio de 2023).
- [47] K. Knox. "What is Google Cloud Platform (GCP)?" Pluralsight. <https://www.pluralsight.com/resources/blog/cloud/what-is-google-cloud-platform-gcp> (accedido el 18 de julio de 2023).

- [48] "What is Google Cloud Platform (GCP)? | GCP Services | Edureka". Edureka. <https://www.edureka.co/blog/what-is-google-cloud-platform/> (accedido el 19 de julio de 2023).
- [49] "Microsoft Azure - plataforma de computación en la nube Microsoft". Prodware | Proveedor soluciones de gestión para empresas. Partner Microsoft. <https://www.prodwaregroup.com/es-es/soluciones/microsoft-azure/> (accedido el 19 de julio de 2023).
- [50] "Microsoft Azure Cloud: Ventajas de dar el paso a la nube - ASM Soft". ASM Soft. <https://asm.es/microsoft-azure-cloud-ventajas-de-dar-el-paso-a-la-nube/> (accedido el 19 de julio de 2023).
- [51] "¿Qué es VMware? | IBM". IBM - Deutschland | IBM. <https://www.ibm.com/mx-es/topics/vmware> (accedido el 20 de julio de 2023).
- [52] "VMware Multi-Cloud Briefing". esxsi.com. <https://esxsi.com/2022/04/18/multi-cloud-briefing/> (accedido el 20 de julio de 2023).
- [53] "Amazon Web Services (AWS): ¿qué es y qué ofrece? - Blog de Hiberus Tecnología". Blog de Hiberus Tecnología. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/amazon-web-services-aws-que-es-y-que-ofrece/> (accedido el 20 de julio de 2023).
- [54] "What is Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud)? - Whizlabs Blog". Whizlabs Blog. <https://www.whizlabs.com/blog/amazon-elastic-compute-cloud-guide/> (accedido el 20 de julio de 2023).
- [55] "What is Amazon VPC? - Amazon Virtual Private Cloud". <https://docs.aws.amazon.com/vpc/latest/userguide/what-is-amazon-vpc.html> (accedido el 21 de julio de 2023).
- [56] "AWS Direct Connect - Amazon Virtual Private Cloud Connectivity Options". <https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/aws-vpc-connectivity-options/aws-direct-connect.html> (accedido el 21 de julio de 2023).
- [57] "Conexiones de red dedicada - AWS Direct Connect - AWS". Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/directconnect/> (accedido el 21 de julio de 2023).
- [58] "Amazon Elastic Block Store (Amazon EBS) - Amazon Elastic Compute Cloud". <https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/AmazonEBS.html> (accedido el 23 de julio de 2023).

- [59] "AWS | Elastic block store (EBS) para almacenamiento persistente". Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/ebs/> (accedido el 23 de julio de 2023).
- [60] "¿Que es amazon S3? - amazon simple storage service". https://docs.aws.amazon.com/es_es/AmazonS3/latest/userguide/Welcome.html (accedido el 23 de julio de 2023).
- [61] "AWS | Almacenamiento de datos seguro en la nube (S3)". Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/s3/> (accedido el 23 de julio de 2023).
- [62] "What is AWS identity and access management roles anywhere? - IAM roles anywhere". <https://docs.aws.amazon.com/rolesanywhere/latest/userguide/introduction.html> (accedido el 27 de julio de 2023).
- [63] "Administración de identidades | IAM | AWS". Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/iam/> (accedido el 27 de julio de 2023).
- [64] "¿Que es AWS CloudFormation? - AWS CloudFormation". https://docs.aws.amazon.com/es_es/AWSCloudFormation/latest/UserGuide/Welcome.html (accedido el 27 de julio de 2023).
- [65] "Aprovisionamiento de infraestructura como código - AWS CloudFormation - AWS". Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/cloudformation/> (accedido el 29 de julio de 2023).
- [66] "Documentación de VMware vSAN". VMware Docs Home. <https://docs.vmware.com/es/VMware-vSAN/index.html> (accedido el 29 de julio de 2023).
- [67] E. S. Sosa, Mastering VMware NSX for VSphere. Wiley & Sons, Limited, John, 2020.
- [68] "Documentación de VMware vSAN". VMware Docs Home. <https://docs.vmware.com/es/VMware-vSAN/index.html> (accedido el 3 de agosto de 2023).
- [69] "VRealize suite documentation". VMware Docs Home. <https://docs.vmware.com/en/vRealize-Suite/index.html> (accedido el 6 de agosto de 2023).
- [70] "¿Qué es vRealize? Megaguía de VMware vRealize Suite". Virtualiza desde Zero. <https://virtualizadesdezero.com/que-es-vrealize-suite/> (accedido el 6 de agosto de 2023).