

## Automatización de infraestructura basada en software libre: una propuesta instrumental

Infrastructure automation based on free software: an instrumental proposal

Automação de infraestrutura baseada em software livre: uma proposta instrumental

**Choez Calderón Cindy Johana**

cindy.choez.calderon@utlvte.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3968-9397>

Docente de la UTLVTE del SNNA

**González Santana Washington Junior**

miyugonza@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5552-9580>

Sociólogo/ Estudiante Posgrado

**Montaño Cabezas Lía Jenny**

lia.montano@utlvte.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4466-6168>

ASISTENTE de la UTLVTE

**Pita Arizaga Alex Eduardo**

pitaa@fiscalia.gob.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0527-2788>

Asistente Fiscalía General del Estado

**Nay Lee Mojarrango Perlaza**

nay.mojarrango@utlvte.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6048-7135>

Docente de la UTLVTE del SNNA

### RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada con el objetivo de analizar las diferentes herramientas en la nube para la automatización de infraestructuras bajo el contexto de código de software libre y con ello presentar un prototipo para la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora”-Esmeraldas. Para el levantamiento de la información se aplicó la metodología de Investigación de la Ciencia del Diseño (DSR), que se basó en recolectar bases teóricas y antecedentes. Los instrumentos que se utilizaron fueron: encuestas con preguntas dicotómicas y análisis de los datos de la infraestructura de la red de la institución, que permitió medir la disponibilidad de los servicios mediante la escala Kuder Richardson con un 0,83 de muy alta confiabilidad y validez. Para realizar la prueba de ambiente, con las herramientas analizadas y seleccionadas previamente según los requerimientos de la investigación las cuales fueron: Terraform para la definición de infraestructura, aws como proveedor en la nube, GitHub para el control de versiones, packer para la creación de imágenes y ansible para la automatización de infraestructuras, donde se obtuvo como resultados una infraestructura en la nube adaptable a cualquier requerimiento. La investigación permite concluir que las infraestructuras como código agilitan la creación de servicios, se alojan todas las configuración e información en la nube son confiables, seguras y sobre todo ahorro de costos a diferencia de las infraestructuras tradicionales. Esto se debe a que los servicios que se encuentren alojados en la nube tienen disponibilidad 24/7 y no sufren de pérdidas de datos ya que todos los servicios cuentan con respaldos.

**Palabras clave:** Automatización, infraestructura, cloud, software libre.

### ABSTRACT

The present research was developed with the aim of analyzing the different cloud tools for the automation of infrastructures under the context of free software code and with it to present a prototype for the Salesian Educational Unit "María Auxiliadora"-Esmeraldas. The Design Science Research (DSR) methodology was applied to the information gathering, based on collecting theoretical bases and background information. The instruments used were surveys with dichotomous questions and analysis of the data of the infrastructure of the institution's network, which allowed measuring the availability of services through the Kuder Richardson scale with a 0.83 of very high reliability and validity. To perform the environment test, with the tools previously analyzed and selected according to the requirements of the research which were: Terraform for the definition of infrastructure, AWS as a cloud provider, GitHub for version control, packer for image creation and ansible for infrastructure automation, where as a result we

obtained a cloud infrastructure adaptable to any requirement. The research allows us to conclude that infrastructures like code speed up the creation of services, all configuration and information are hosted in the cloud and are reliable, secure and above all cost saving unlike traditional infrastructures. This is because services that are hosted in the cloud are available 24/7 and do not suffer from data loss since all services are backed up.

**Keywords:** Automation, infrastructure, cloud, free software.

## RESUMO

A presente investigação foi desenvolvida com o objetivo de analisar as diferentes ferramentas na nuvem para a automação de infraestruturas no contexto do código de software livre e, assim, apresentar um protótipo para a Unidade Educacional Salesiana "María Auxiliadora"-Esmeraldas. Para a coleta de informações, foi aplicada a metodologia Design Science Research (DSR), que se baseou na coleta de bases teóricas e embasamento. Os instrumentos utilizados foram: questionários com perguntas dicotômicas e análise de dados da infraestrutura de rede da instituição, que permitiram mensurar a disponibilidade dos serviços utilizando a escala de Kuder Richardson com 0,83 de confiabilidade e validade muito alta. Para realizar o teste do ambiente, com as ferramentas previamente analisadas e selecionadas de acordo com os requisitos da pesquisa, que foram: Terraform para definição de infraestrutura, aws como provedor na nuvem, GitHub para controle de versão, packer para criação de imagens e ansible para automação de infraestrutura, onde se obteve como resultado uma infraestrutura em nuvem adaptável a qualquer requisito. A pesquisa permite concluir que infraestruturas como código agilizam a criação de serviços, toda configuração e informação são hospedadas na nuvem, são confiáveis, seguras e, acima de tudo, economizadoras de custos, ao contrário das infraestruturas tradicionais. Isso porque os serviços hospedados na nuvem estão disponíveis 24 horas por dia, 7 dias por semana e não sofrem perda de dados, pois todos os serviços possuem backups.

**Palavras-chave:** Automação, infraestrutura, nuvem, software livre

## I. INTRODUCCIÓN

La computación en la nube es un escenario interesante para los sistemas de virtualización y al hacerlo implica el suministro de recursos informáticos como servicios que pueden ser a través de Infraestructura como servicio (IaaS), Plataforma como servicio (PaaS) y Software como Servicio (SaaS) (Rangavittala et al., 2015). Dichos servicios utilizan diferentes herramientas en la nube para instalar máquinas virtuales que incluyen características como: integración, administración, estabilidad, seguridad y confiabilidad manejando interfaces como Amazon y otros grandes proveedores de computación en la nube (Muñoz et al., 2016).

Los proveedores que ofrecen los servicios antes mencionados poseen un grupo gigante de recursos que incluye hardware, software y aplicaciones relacionadas, a las que se puede acceder a través de Internet (Freet et al., 2015). Asimismo, las virtualizaciones tienen un entorno de trabajo más amigable con los encargados de las infraestructuras de redes por su fácil configuración (Pahl et al., 2018).

La arquitectura de la computación en la nube se basa bajo la premisa de que los proveedores de servicios en la nube desempeñan un papel fundamental en el almacenamiento, la manipulación y el transporte de información (Moutai et al., 2019). Bajo esta premisa, es factible crear una infraestructura en la nube añadiendo servidores cloud que actúen como servidores físicos, sistemas perimetrales y servidores empresariales; este tipo de tecnología permite acceder a infraestructuras de TI desde cualquier lugar del mundo siempre que se disponga de una conexión a Internet. Además, las empresas pueden eliminar los costos relacionados con la instalación y la gestión de la infraestructura tradicional de TI ya que todo es alojado en un centro de datos de máxima seguridad, mediante el uso de servicios proveídos por la nube (Freet et al., 2015). No obstante, no se ha logrado que las instituciones adapten infraestructuras como códigos, por temor a fallos o seguridad de estas.

Existen diversas propuestas de infraestructuras de redes que sustentan modelos de servicios en la nube. En (Osorio et al., 2012) y (Abderrahim & Choukair, 2016) se define una implementación oportunista de IaaS orientada a instituciones académicas y de investigación, donde el modelo IaaS es respaldado mediante el uso de recursos informáticos inactivos disponibles en el

campus de la institución, proporcionando a los investigadores capacidades informáticas significativas y de bajo costo. También se presentan las perspectivas existentes para el trabajo actual y futuro, relacionado sobre diferentes conceptos de computación en la nube oportunista o voluntario. Esta forma de ofrecer recursos trae beneficios como mejor uso de recursos mediante la consolidación de servidores consecuente, disminución en los costos operativos, mayor flexibilidad para la gestión de aplicaciones, facilidad de lidiar con amplias variaciones en el uso de recursos (Trinta & Santos, 2017). Estas han sido algunas de las incitaciones que han motivado a plantear esta investigación para obtener una red automatizada, confiable, firewalls que filtre todos los permisos o negaciones de acceso, calidad de sus servicios y obtener una red manejable desde cualquier parte del mundo.

En este trabajo se aborda la problemática de migrar una infraestructura tradicional a una como código utilizando herramientas y modelos de servicios de software libre. Esto permitirá que las instituciones tengan un mejor control de su red desde cualquier parte donde se tenga acceso a Internet. Para ello, uno de los objetivos de esta investigación es comparar los procesos de las infraestructuras tradicionales a la nube que garanticen bajar los costos de instalación, agilidad de los procesos, calidad de servicios en la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora” para mejorar los servicios informáticos que se les brinda a los estudiantes y docentes.

Para cumplir con los objetivos del proyecto se ha realizado una investigación Design Science Research (DSR) para la recopilación de la información, se aplicaron los métodos analíticos, deductivo y la observación bibliográfica, como instrumento se empleó una entrevista al jefe del departamento de sistemas, en la cual se formularon preguntas de tipo abiertas y cerradas para conocer el estado de la infraestructura con la que cuentan actualmente y verificar la factibilidad de su migración hacia un entorno de computación en la nube.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera. En la sección II se describe el marco conceptual de la investigación. En la sección III se describe los trabajos relacionados de esta investigación. La sección IV se describe la metodología que se aplicó para este trabajo. En la sección V se muestra los resultados y discusión del proceso de creación de una aplicación como código. Finalmente, en la sección VI se presenta las conclusiones juntamente con las recomendaciones de trabajos a futuros de esta investigación.

## II. Marco Conceptual

En esta sección se presenta una serie de conceptos tecnológicos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la presente investigación, dentro de los cuales se encuentran: automatización de infraestructuras, modelos de servicios (IaaS, SaaS y PaaS), y una descripción de la arquitectura de Terraform, una de las herramientas de orquestación de código abierto más populares hoy en día (Terraform, 2020).

### Automatización de infraestructuras

Es la creación y administración de entornos, incluyen tanto la instalación de sistemas operativos como la instalación y configuración de servidores en instancias físicas, virtuales o en la nube, así como la configuración del modo que tienen las instancias y el software de comunicarse entre sí. También son llamados como “provisión”, “infraestructura basada en guiones”, “infraestructura como código” o incluso “gestión de configuraciones.

El principio es simple: definir la configuración del sistema a través de un guion o un conjunto de guiones que permitan a los usuarios crear o recrear entornos de la manera más fácil y rápida posible al mismo tiempo que se garantiza una menor cantidad de errores y un tiempo de respuesta más rápido (Fish, 2017).

## Modelos de servicios

Se definen tres tipos de modelos de servicios basados en la nube para la configuración de infraestructuras y servicios. El primer modelo, IaaS, se basa en la subcontratación de máquinas de procesamiento de datos y almacenamiento, con el cual se obtiene una separación entre la infraestructura percibida por los usuarios y los sistemas reales donde se realizan las operaciones (Muñoz et al., 2016). El segundo modelo, SaaS, se puede definir como un modelo de prestación de servicios que entrega aplicaciones de TI a los usuarios finales a través de Internet (Freet et al., 2015), esta herramienta de implementación de software donde las aplicaciones son alojadas de forma remota por el proveedor de servicios y están disponible para clientes bajo demanda, a través de Internet. Y el último modelo de servicio, PaaS, generalmente proporciona mecanismos para desplegar aplicaciones, diseñando entornos en la nube, con el uso de servicios, migración de bases de datos, mapeo de dominios personalizados o una compilación herramienta de integración, este modelo de servicio tiene como características, capas de enrutamiento o planificadores que envían cargas de trabajo a máquinas virtuales, una solución de contenedor soporta estos problemas a través de interoperable y ligero (Pahl, 2015).

Para definir la infraestructura que se va a aplicar en la presente investigación fue necesario estudiar y analizar las diferentes herramientas en la nube y escoger las más factibles para realizar esta investigación, tanto para la definición de infraestructura que se muestran en la **Tabla 1**, la configuración de servidores que se muestran en la **Tabla 2** y la definición del proveedor de servicios en la nube que se muestra en la **Tabla 3**.

*Tabla 1. Definición de Infraestructuras*

*Fuente: Elaboración Propia.*

	Terraform	Cloud Formation	OpenStack
<b>Proveedores en nube</b>	Varios	Solo Aws	OpenStack
<b>Código</b>	Abierto	Cerrado	Abierto
<b>Tipo Infraestructura</b>	Inmutable	Inmutable	Mutable
<b>Arquitectura</b>	Cliente	Cliente	Cliente/Servidor
<b>Año</b>	2014	2011	2011

**Nota:** En la **Tabla 1**. se visualiza la comparación entre las diferentes herramientas para la definición de infraestructuras: Terraform que es la que se eligió para el estudio de esta investigación ya que cumple con los requerimientos es de código libre, tiene una infraestructura mutable, se usan para infraestructuras grandes y se puede asociar con varios proveedores en la nube.

*Tabla 2. Configuración de Servidores*

*Fuente: Elaboración Propia.*

	Chef	Puppet	Ansible
<b>Proveedores en nube</b>	Varios	Varios	Varios
<b>Código</b>	Abierto	Abierto	Abierto
<b>Tipo Infraestructura</b>	Mutable	Mutable	Mutable
<b>Arquitectura</b>	Cliente/Servidor	Cliente/Servidor	Cliente/Servidor
<b>Año</b>	2009	2005	2012

**Nota:** En la **Tabla 2**. se visualiza la comparación entre las diferentes herramientas para la configuración de servidores en la nube, en esta investigación se eligió ansible ya que tiene características similares a Terraform y es una de las herramientas actuales.

**Tabla 3. Proveedores en la Nube**

*Fuente: Elaboración Propia.*

	Aws	Azure	Google Cloud
<b>Servidor Virtual</b>	Amazon EC2	Máquina Virtual de Azure	Motor de Calculo
<b>Base de Datos (Relacionales)</b>	Aurora/RDS	SQL/MySQL PostgreSQL	Cloud SQL/Spanner
<b>Base de Datos (No relacionales)</b>	DynamoDB/Neptuno	CosmoDB	Cloud Datastore
<b>Servicio de migración de BD</b>	Migración BD AWS	Migración BD Azure/Preliminar	-
<b>Servicio de migración de servidores</b>	Migración de servicio AWS	Recuperación sitios/Asistente de migración web	-

**Nota:** En la **Tabla 3.** se comparan tres proveedores en la nube, el que se eligió para esta investigación es AWS porque tiene más beneficios y herramientas.

**Tabla 4. Valores de métricas de proveedores** (Álvarez Vañó, 2018).

	Aws	Azure	Google Cloud
Capacidad computacional	2,5 GHz	2,4 GHz	2,6 GHz
Tiempo de respuesta	73 ms	102 ms	115 ms
Tiempo de respuesta máximo	82 ms	153 ms	152 ms
Coste de almacenamiento	0,004 USD/GB	0,0025 USD/GB	0,04 USD/GB
Porcentaje del tiempo en línea	99,99%	99,90%	99,50%
Costo de la seguridad	0,29 USD *GB	15 USD * NODO	GRATIS

**Nota:** En la **Tabla 4** se comparan las métricas de los tres proveedores estudiados en esta investigación, la información se obtuvo de las paginas oficiales de los proveedores.

**Tabla 5. Resultados de las métricas** (Álvarez Vañó, 2018).

	Aws	Azure	Google Cloud
<b>Capacidad computacional</b>	100	96	100
<b>Tiempo de respuesta</b>	100	86,66	72,22
<b>Tiempo de respuesta máximo</b>	100	72,5	73,33
<b>Coste de almacenamiento</b>	66,66	100	0
<b>Porcentaje del tiempo en línea</b>	100	99,94	1
<b>Costo de la seguridad</b>	6,66	100	100

**Nota:** En la **Tabla 5** se muestran los resultados de las métricas que se realizaron la **Tabla 4** para esta investigación el proveedor de servicios que mas se acopla a las necesidades de una infraestructura como código para instituciones, es aws por sus costos y capacidades.

## Terraform

Es una herramienta para construir, cambiar y versionar infraestructura de forma segura y eficiente. Puede gestionar proveedores de servicios existentes y populares, así como soluciones internas personalizadas, los archivos de configuración describen a Terraform los componentes necesarios para ejecutar una sola aplicación o su centro de datos completo los cuales generan un plan de ejecución que describe lo que hará para alcanzar el estado deseado y luego lo ejecuta para



construir la infraestructura descrita. A medida que cambia la configuración, pueden determinar qué cambió y crear planes de ejecución incrementales que se pueden aplicación (Terraform, 2020b). Esta es una herramienta en la nube de software libre, sirve para la creación e implementación de infraestructuras en la nube y es compatible con todos los servidores en la nube.

### Aws

Ofrece un amplio conjunto de productos globales basados en la nube, incluidos recursos de computación, almacenamiento, bases de datos, análisis, redes, dispositivos móviles, herramientas para desarrolladores, herramientas de administración, IoT, seguridad y aplicaciones empresariales (AWS, 2020).

## III. Trabajos Relacionados

En esta sección se presentan trabajos relacionados con la presente investigación, los cuales se enmarcan en la temática de arquitecturas en la nube y proveedores de Internet en diferentes contextos que van desde la creación hasta el uso de arquitecturas en los departamentos de TICS.

En la actualidad, empresas e instituciones están experimentando cambios en el uso de nuevas herramientas que les permitan disponer sus servicios de Tecnologías de la Información (TI) de una manera más rápida, flexible y eficiente. La tecnología tradicional, con infraestructuras y data center, ha dado lugar a que los costos de implementación y mantenimiento de servicios incrementen de manera considerable. Esto ha provocado que se analicen alternativas de tecnología que permitan disminuir los costos de infraestructuras, dando oportunidad al crecimiento y mejora de estos.

En (Osorio et al., 2012) se propone una implementación oportunista de Infraestructura como servicio orientada a instituciones académicas y de investigación, donde el modelo IaaS es respaldado mediante el uso de recursos informáticos inactivos disponibles en el campus de la institución, proporcionando a los investigadores capacidades informáticas significativas y de bajo costo. También se presentan las perspectivas existentes para el trabajo actual relacionado sobre las diferentes herramientas de computación en la nube, el impacto potencial de este proyecto en la comunidad de investigación regional. La investigación (Osorio et al., 2012) se relaciona con el estudio en proceso porque se basó en construir una infraestructura como código, reemplazaron los equipos físicos de red por configuraciones en la nube.

En (Ramos, 2014) se explica la “Infraestructura como servicios”, basada en modelos de servicio que ayudan a empresas a reducir costos de infraestructura y recursos humanos donde permite al cliente que se precise una adaptación acorde a sus necesidades y aun así no renunciar a la posibilidad de crecer. Para crear la infraestructura se presupuesta de forma individualizada, acorde a la seguridad trabaja con Firewalls perimetrales, firewalls privados dedicados, sistemas de prevención de intrusiones y un entorno físicamente protegido en un centro de datos de alta seguridad. Presentaron un ambiente de prueba demostrando la manera de levantar una infraestructura como servicio acorde a las necesidades de cada empresa, acoplar lo que necesite en procesador, memoria, servidores, firewalls, utilizando IaaS como servicio y la herramienta AmazonEC2 como IaaS para la infraestructura, obteniendo como resultado menores costes, ahorro en espacio de grandes equipos físicos y una infraestructura manejable en la nube.

En (Rosa et al., 2015), quienes realizaron la investigación: “Arquitectura de integración de confiabilidad de PaaS basada en Cloud Brokering” cuyo objetivo principal era integrar una infraestructura de Servicios, el cual era una ampliación y mejora de una arquitectura anterior. Realizaron un estudio de las herramientas a utilizar para escoger la mejor según sus requerimientos, también analizaron la infraestructura anterior para mejorar fallas tenía la infraestructura como daño de equipos de red. La metodología realizada por los investigadores en este trabajo fue una investigación exploratoria, las herramientas que utilizaron fueron proveedores en la nube, modelos

de servicios (SaaS, PaaS, IaaS) y arquitecturas de red. Lo primero que realizaron fue un análisis de su infraestructura actual, para realizar un diseño de la red con las herramientas de modelos de servicios en la nube, con lo cual propusieron una infraestructura basada en el modelo de servicios (IaaS, SaaS, PaaS), luego de la implementación concluyeron que los modelos de servicios en la nube ahorran tiempo, trabajo y costos de equipos físicos.

En (Freet et al., 2015) cuyo objetivo fue comparar el análisis forense tradicional y el análisis en la nube. En primer lugar examinaron los tres modelos de servicios, analizaron los desafíos y problemas de seguridad relacionados con cada modelo de servicio junto con las posibles soluciones para cada uno, de esta manera aplicarlo en los análisis forenses que necesitan una tecnología que no sea detectada por los atacantes, que no interrumpa el proceso principal del sistema, garantice la integridad de la evidencia recopilada, su cadena de custodia, y permanezca aislada, pero segura y funcional como un monitor de máquina virtual. La metodología analítica la utilizaron para estudiar detalladamente cada modelo de servicio, en donde concluyeron que los CSP tomen más medidas para garantizar la seguridad en la nube mediante la implementación de tecnologías avanzadas para almacenar eventos de registro y la creación de API robustas que serán útiles para que los clientes mantengan un entorno seguro tanto en el proveedor como en el consumidor del espectro. Tiene relación con la investigación en curso, ya que proponen los modelos de servicios (IaaS, SaaS, PaaS), como herramientas para el desarrollo del análisis forense en la nube, dejando de lado los equipos físicos con los que actualmente trabajan.

Finalmente en la investigación de (Muñoz et al., 2016), realizaron una infraestructura en la nube para la virtualización de un laboratorio, ejecutaron la investigación previa de las herramientas a utilizar y las características del laboratorio donde iban a implementar. La metodología que se utilizó en esta investigación fue analítica y explotaría, las herramientas que utilizaron para la infraestructura fue el modelo de servicios (SaaS, IaaS, PaaS), manejaron máquinas virtuales VMware, hicieron reglas para posibles ataques a la arquitectura también se basaron en cloud OS, usuarios remotos, obteniendo como resultados una infraestructura confiable, reduciendo gastos de equipos, espacio, dinero y todo actualizado para el laboratorio virtual.

Así, a partir de los trabajos encontrados se plantea como brecha investigativa la necesidad de integrar arquitecturas en la nube que ayuden a reducir costos de implementación en empresas e instituciones. De este modo, en este artículo se hace una propuesta de automatización de arquitecturas basada en software de libre distribución porque son de códigos abiertos.

#### IV. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el departamento de sistemas de la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora” que se encuentra ubicada en el sur de la ciudad de Esmeraldas, el entorno que se diseñó ayuda a la automatización de la infraestructura del departamento de TICS, automatizando todos los procesos y configuraciones en la nube. La población que forma parte del estudio está compuesta por el jefe del departamento de Tics y los encargados de los diferentes departamentos de la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora” a los cuales se les realizó una entrevista con preguntas mixtas cerradas y abiertas.

La investigación se enfocó en analizar, diseñar y proponer la automatización de infraestructura basado en software de libre distribución, con herramientas en la nube previamente seleccionadas como se puede ver en la **Tabla 1. Definición de Infraestructuras**, **Tabla 2. Configuración de Servidores**, **Tabla 3. Proveedores en la Nube**. Para la recopilación de la información y cumplir a cabalidad con uno de los objetivos planteados en esta investigación que era comparar las diferentes herramientas en la nube para creación de infraestructuras como código se aplicó la Metodología de Investigación de la Ciencia del Diseño (DSR), que tiene un enfoque de

investigación riguroso, propone la construcción de artefactos para brindar una solución útil y efectiva a un problema de un dominio dado. Es una investigación descriptiva porque se investigó a profundidad que tipo de infraestructura tiene la unidad educativa, lo que facilitó la información correspondiente para proponer una migración adecuada a la nube y cualitativa porque los datos para esta investigación se recopilaban a través de una entrevista que se realizó al jefe del departamento de sistemas de la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora”.

En lo relacionado a los métodos de investigación, se utilizó el método analítico, deductivo los cuales se detallarán y se explicarán a continuación: El método de investigación analítico (Lopera et al., 2016) se manejó para analizar todas las herramientas en la nube que se utilizaron para el diseño de la infraestructura, de esta manera conocer su origen, comportamiento y detallar las especificaciones de una buena infraestructura en la nube. El Método Deductivo se lo utilizó para escoger y evaluar las herramientas para la infraestructura en la nube, tomando en cuenta los requisitos que tiene la institución para la creación de una infraestructura en la nube confiable y se aplicó la técnica de la observación científica.

Para las preguntas de tipo cerrada se aplicó la técnica Kuder-Richardson que es el estimado de homogeneidad usado para instrumentos que tienen formatos de respuestas dicotómicas, (Si - No o Falso - Verdadero) (Dresch, Aline; Pacheco Daniel, 2018). Se obtuvo un puntaje de 0,75 entre las encuestas realizadas a los jefes de los departamentos de la institución, el porcentaje obtenido está dentro del puntaje aceptable de confiabilidad de esta técnica.

*Tabla 6. Encuesta*

Técnica	Encuesta
Instrumento	Lista de preguntas
Objetivo	Obtener información sobre la infraestructura de red que tiene actualmente la institución
Estructura	Preguntas abiertas y cerradas (en la escala Kuder Richardson)
Necesidad de información	Todo referente a la infraestructura
Tipo de aplicación	Online por medio de Formularios de Google

**Nota:** En la **Tabla 6.** Se muestran la descripción del instrumento (encuesta) que se aplicó para la recopilación de la información

La entrevista consistió en preguntas abiertas y cerradas en la cual se recopiló toda la información necesaria sobre el tipo de infraestructura que tiene la institución, todos los requerimientos, que tipo de seguridad utilizan, la cantidad de servidores que incluyen en su red y los aparatos físicos con los que cuentan.

### **Técnicas de procesamiento y análisis**

Para que esta investigación se pueda llevar a cabo se recopilaban todos los datos necesarios de la Infraestructura tradicional que actualmente está funcionando en la institución a la que se va a proponer una infraestructura como código con software libre. En la **Figura 1. Análisis de las fases de creación de Infraestructuras.** Se muestran las 5 fases utilizadas para realizar la prueba de ambiente con las herramientas previamente seleccionadas y analizadas para proponer una infraestructura como código. Se hizo la selección de los modelos IaaS, SaaS y PaaS que es la primera fase para la creación de la infraestructura, se analizaron los diferentes proveedores de servicios en la nube, luego de eso un análisis de la infraestructura tradicional de la institución, y por último se definieron las herramientas a utilizar para la definición de la infraestructura como código.



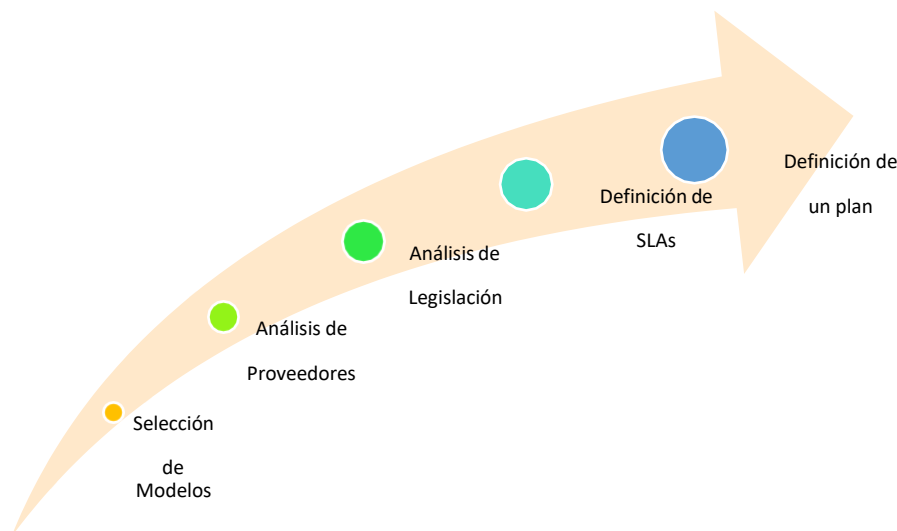


Figura 1. Análisis de las fases de creación de Infraestructuras.

Toda la información se obtuvo a través de análisis de herramientas de libre distribución encontrada con la metodología DSR, una vez estudiadas, analizadas y comparadas se escogieron las mejores herramientas según los requerimientos de las infraestructuras de la institución con la que se trabajó.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente sección a partir del enfoque metodológico, los instrumentos y análisis de datos a continuación se presentan los resultados. Para realizar la encuesta se efectuó la tabla de confiabilidad del coeficiente Kuder Richardson para medir la validez y fiabilidad de las preguntas que fueron preguntas dicotómicas obteniendo un 0,83 que denota un confiabilidad alta y aceptable como se muestra en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Tabla Confiabilidad Kuder Richardson.

Nota: Elaboración Propia

Nº	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	Sumatoria		
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9		
2	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	5		
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10		
4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4		
5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9		
p	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8			
q=(1-p)	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2			
pq	0,16	0,16	0,24	0,16	0,16	0,24	0,24	0,16	0,16	0,16			
											pq	1,84	
												vt	7,3
												kr (20)	0,83105023

Nota: La encuesta que se realizaron a los jefes del departamento de Tics de la UESMA k=0,83

Uno de los objetivos de esta investigación fue recopilar y comparar las diferentes herramientas en la nube para emplear la factibilidad de este tipo de infraestructuras en instituciones, que pudiera ser empleado en la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora” (UESMA).

Con los datos recopilados por medio de la entrevista realizada al jefe del departamento de sistemas y previamente analizados los diferentes tipos de arquitecturas expuestos en el marco teórico se examinó la infraestructura tradicional que tiene actualmente la institución.

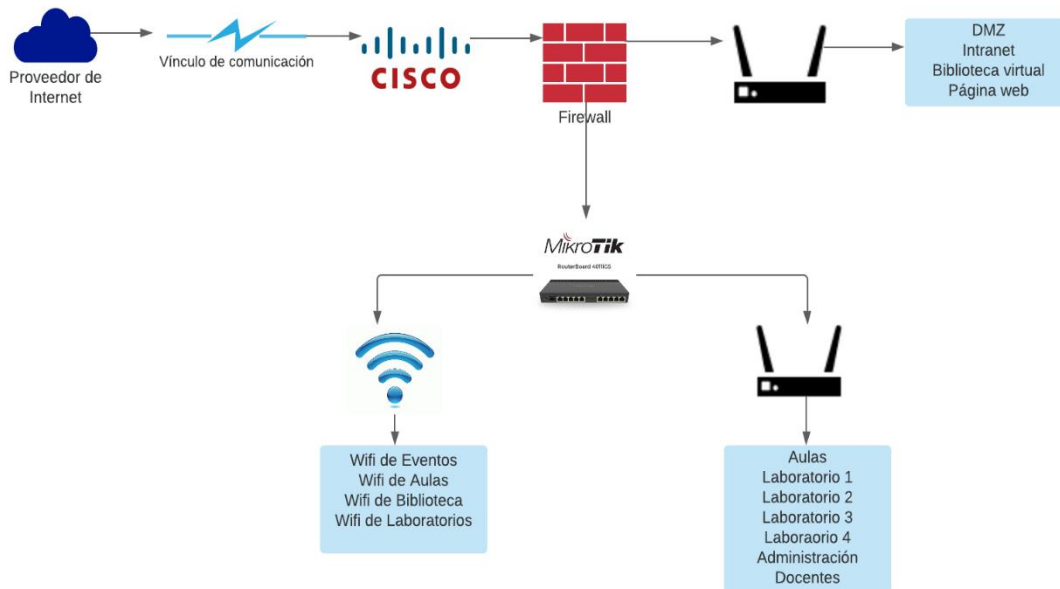


Figura 2. Infraestructura de la Unidad Educativa Salesiana "María Auxiliadora"(UESMA).

Fuente: UESMA

La arquitectura de red de la institución que se muestra en la **Erro! Fonte de referência não encontrada.** actualmente está compuesta por un proveedor de internet local, un switch principal que se encarga de repartir recursos a toda su red, un firewall que se encarga de la seguridad de los dos segmentos DMZ interna en donde se encuentra la página web, la biblioteca virtual, intranet de la institución y DMZ externa donde se encuentran alojados los servidores y servicios internos.

### A. Propuesta

Los factores que se tomaron en cuenta para elegir las herramientas en la nube para la creación de infraestructuras como código tienen las siguientes características: un modo desatendido para herramientas de líneas de comando, son infraestructuras reutilizables, los recursos creados se puedan utilizar varias veces sin dar errores y son de software libre. Estas comparaciones se las hicieron en la **Tabla 1. Definición de Infraestructuras** donde se eligió Terraform para crear y administrar la infraestructura como código, esta herramienta es de software libre, es compatible con todos los proveedores en la nube, interactúa con las Api de los proveedores, por tanto, cumple con los parámetros de esta investigación, en la **Tabla 2. Configuración de Servidores** se analizaron tres tipos de herramientas y se eligió ansible, porque interactúa con varios proveedores de internet, es de software libre, es la más estable en el mercado ya que se creó en el 2012 y tiene compatibilidad con Terraform, y en **Tabla 3. Proveedores en la Nube** se analizaron tres proveedores en el cual se escogió aws por su rápida elasticidad, amplia cobertura, permite crear y administrar redes y es la más antigua y estable del mercado. El proveedor estudiado Amazon, ofrece servicios importantes para las empresas, dentro de los que se destacan el Amazon EC2 fácilmente escalable que ofrece control total sobre las instancias, servicios de alojamiento flexibles en la nube, se acopla fácilmente con otros servicios de Amazon, fiabilidad, seguridad, asequibilidad, entre otros. El Amazon RDS que

depende del motor de base de datos que se vaya a utilizar, pero sin importar el motor ofrece revisiones de software automáticas; copias de seguridad automatizadas por defecto; sustitución automática de host en caso de fallo de hardware; ofrece aislamiento y seguridad; y la capacidad de controlar las acciones que realizan los usuarios a través de permisos de nivel de recursos (Henriquez et al., 2015).

Tabla 8. Precio aws EC2 (AWS, 2020)

Nombre Instancia	ECU	Memoria	Almacenamiento	Precio
t2. micro	Variable	1	Solo EBS	N/A
t2. small	Variable	2	Solo EBS	N/A
t2. medium	Variable	4	Solo EBS	N/A
m3. medium	3	3.75	1*4 SSD	\$ 0.419 * hora
m3. large	6.5	7.5	1*32 SSD	\$0.837 * hora
m3. xlarge	13	15	2*40 SSD	\$1.507 * hora
m3.2xlarge	26	30	2*80 SSD	\$3.0.13 por hora

Entre las razones por la cual una institución debería optar por utilizar servicio en la nube, es por los bajos costos que se muestran en la **Tabla 8** que dependen de los recursos que utilizan y consuman, recursos fácilmente escalables, control total de sus instancias y herramientas alojadas en la nube, se acopla fácilmente con otros servicios, fiabilidad, seguridad, asequibilidad y fácil manejo.

### B. Creación del prototipo de Infraestructura en la Nube

Una infraestructura en la nube consta de tres capas:

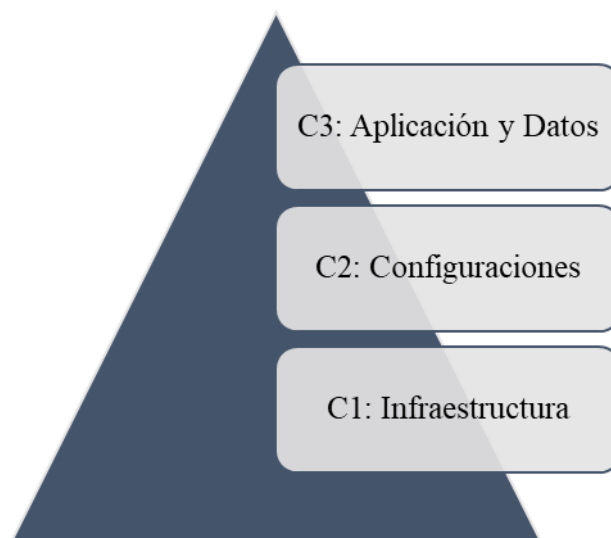
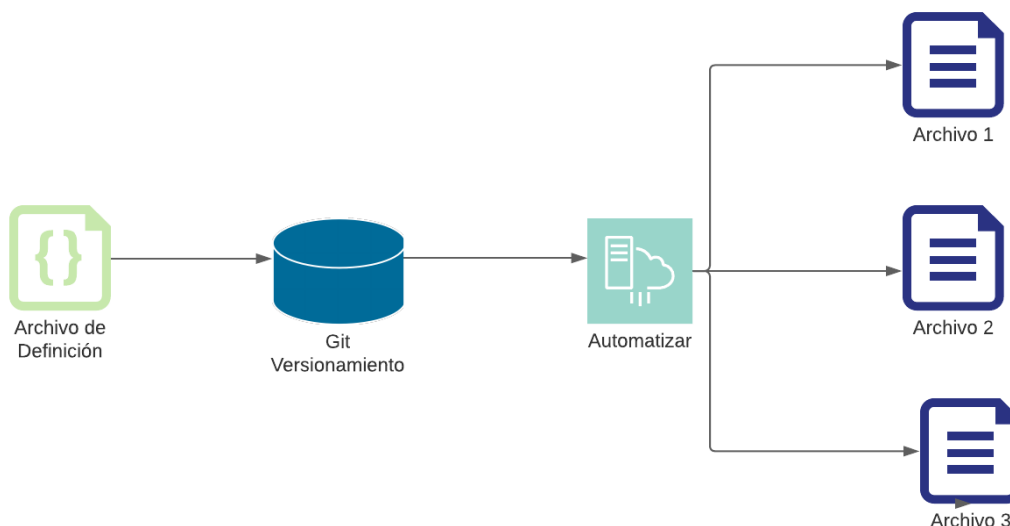


Figura 3. Capas que contiene la creación de la Infraestructura(Terraform y Aws).

Nota: Elaboración Propia

Para la creación de Infraestructura en la nube se debe tener en cuenta los requerimientos que se visualizan en la **Figura 3** debe constar de tres capas en la primera se crea la infraestructura de la red aquí se examinaron los datos de la infraestructura tradicional de la institución, los cuales fueron de ayuda para crear los archivos de definición donde van todos los requerimientos de la red, estos archivos se los pueden replicar y hacer el versionamiento de los mismos, la segunda capa donde se configuran todos los recursos y la tercera capa son de las aplicaciones que tiene la institución.



**Figura 4. Arquitectura de Archivos de Definición.**

Nota: Elaboración Propia

```
Archivo de definición para terraform

variable "environment" {
  type = "string"
}

variable "subnets" {
  type = "map"

  default = {
    qa = "subnet-12345678"
    stage = "subnet-abcdabcd"
    prod = "subnet-a1b2c3d4"
  }
}

resource "aws_instance" "web" {
  instance_type = "t2.micro"
  ami = "ami-87654321"
  subnet_id = "${lookup(var.subnets, var.environment)}"
}
```

**Figura 5. Archivo de Definición con Terraform**

Nota: Elaboración Propia

En seguida, se visualiza el primer paso que es el más importante al momento de levantar una infraestructura como código, el archivo de definición lleva todos los requerimientos y los recursos de la infraestructura de la UESMA esos datos se los recopilamos de la infraestructura de red que brindó el jefe del departamento de sistemas. La **Figura 5** muestra el archivo que se generó con Terraform para la conexión de las credenciales creadas en aws.

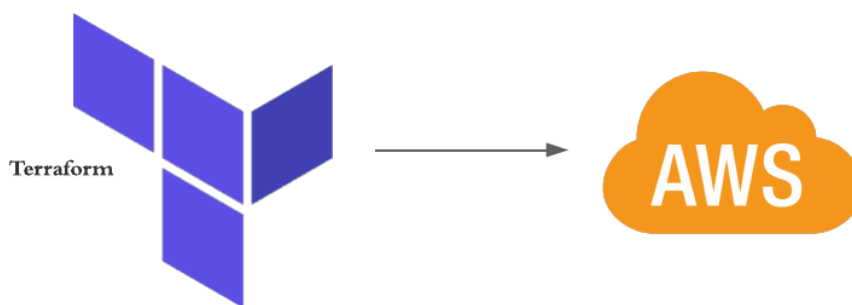


Figura 6. Ambiente de prueba Aws y Terraform

Nota: Elaboración Propia

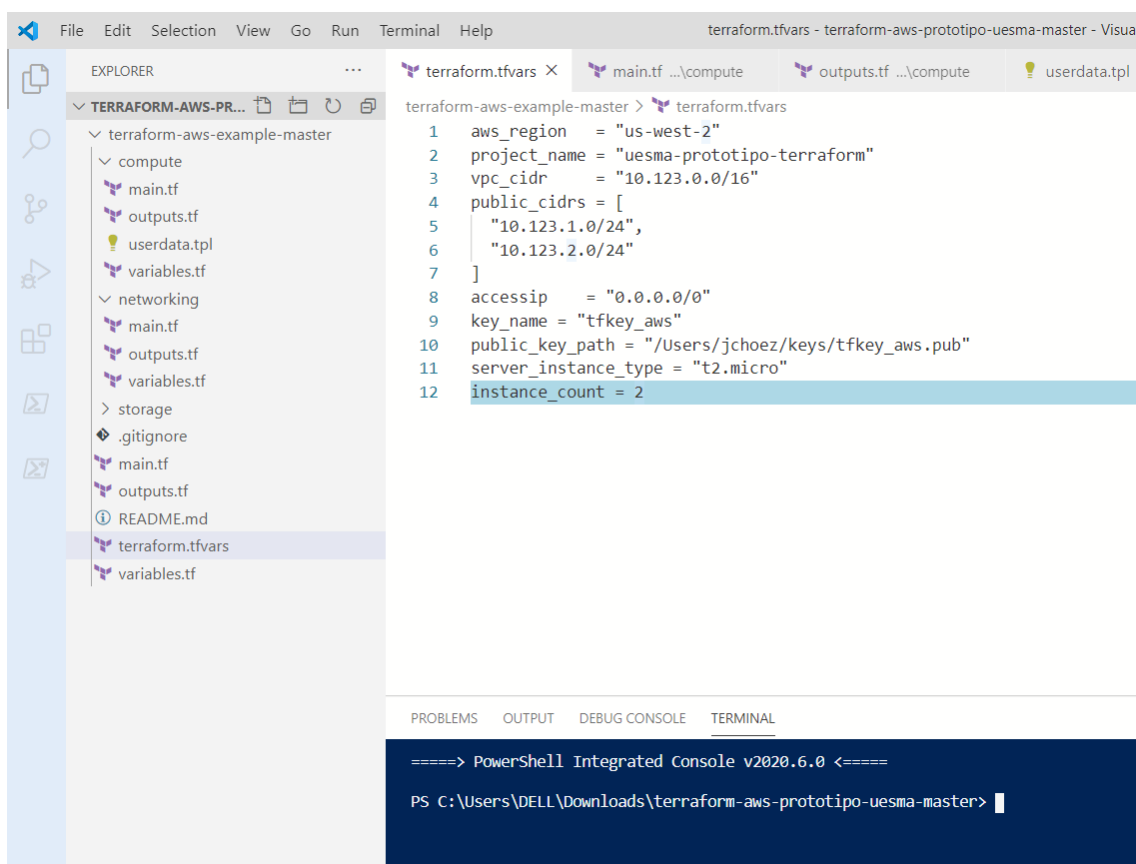


Figura 7. Infraestructura de Terraform y Aws (UESMA).

Nota: Elaboración Propia

En la **Figura 7** se muestran los resultados del prototipo de la infraestructura como código de la UESMA en la que se empleó la herramienta packer para los archivos de definición, Terraform para la definición de la infraestructura, ansible para la definición de los servidores, aws como proveedor de servicios y GitHub para subir los archivos al repositorio. Como resultado final de este prototipo de infraestructura en la nube se culminó con éxito todos los procesos y configuraciones del mismo, el 30% del proyecto se lo dedicó a la definición de archivos que fue donde se analizó detalladamente los recursos de la red de la institución, el 10% en crear la cuenta y recursos en el proveedor de servicios aws, el 30% en la definición de la infraestructura como código utilizando Terraform, el 20% la configuración de servidores con ansible, el 5% en revisar paso a paso todas las



configuraciones, y el 5% en subir el proyecto al GitHub <https://github.com/JohannaChoez/uesma-prototipo-infraestructura-codigo.git>.

Crear esta infraestructura como código desde cero tomó un tiempo de 3 semanas, se gastó 48 dólares del mes de los recursos ocupados en las diferentes herramientas lo que equivale a gastos por año si se implementa esta infraestructura en la institución sería 576 dólares anuales los recursos que incluyen este valor se referencia en la **Tabla 8** almacenamiento, base de datos, instancia y memoria, a diferencia de una infraestructura tradicional tanto en costo de aparatos físicos que se tienen que cambiar con el tiempo por el deterioro y tiempo de instalación. Una vez creada la infraestructura se puede configurar desde cualquier parte, es una de las mayores ventajas de implementar una infraestructura como código.

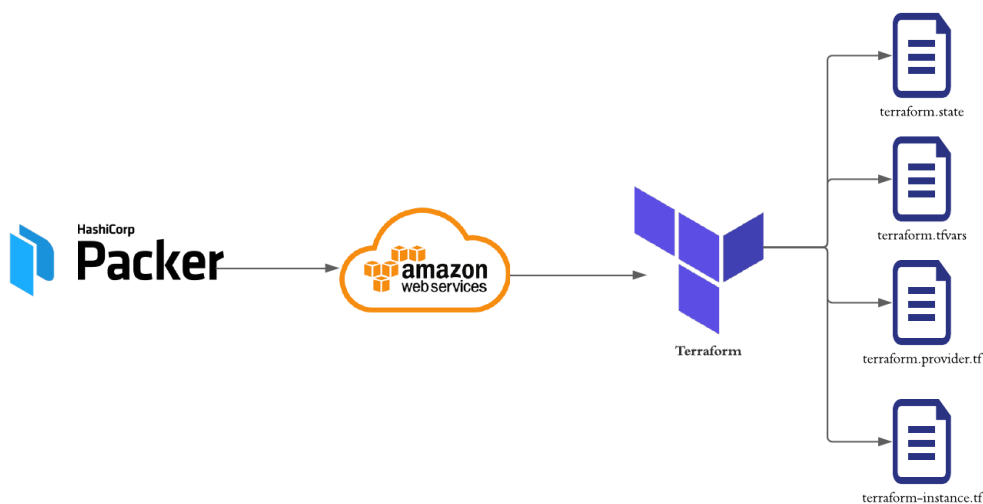


Figura 8. Propuesta de las herramientas para Infraestructura como código AWS y TERRAFORM.

Nota: Elaboración Propia

En la **Figura 8** se muestra el análisis general de la creación del prototipo con todas las herramientas analizadas y seleccionadas para esta investigación.

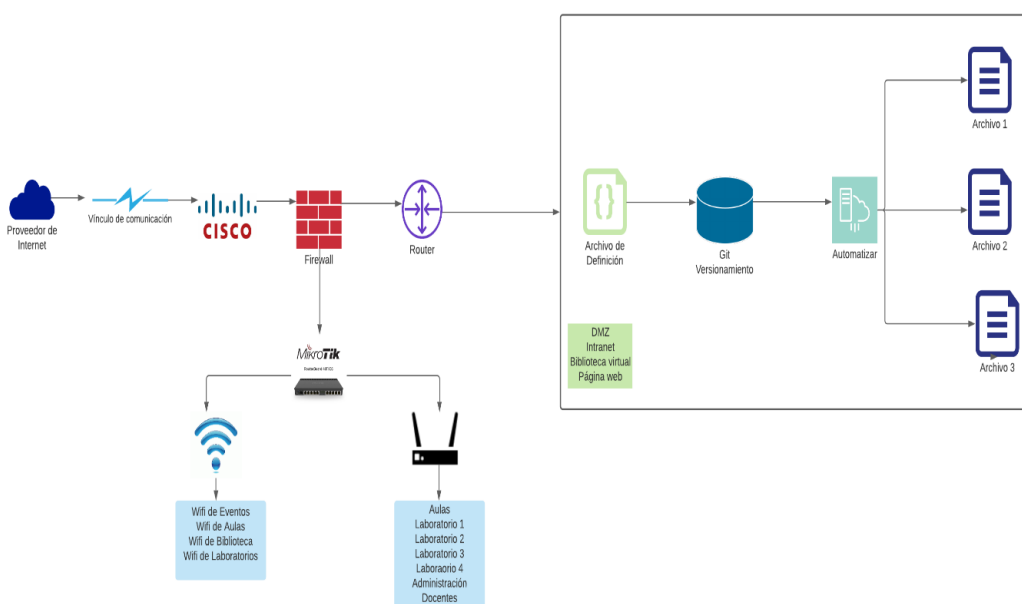


Figura 9. Propuesta de Infraestructura como código

Nota: Elaboración Propia

En la **Figura 9** se muestra la red de la institución con la propuesta de este estudio, los servidores están alojados en la nube con las herramientas analizadas.

Posteriormente del análisis del resultado, se expondrán las conclusiones para finalizar con los resultados obtenidos en esta investigación.

## VI. CONCLUSIONES

En términos generales, la automatización de infraestructuras creadas como contraparte de las infraestructuras tradicionales depende, en mayor medida, del conocimiento del grupo de trabajo. Sin embargo, en los últimos años con el surgimiento de las nuevas herramientas en la nube se ha dado un avance importante en la automatización de infraestructuras para empresas e instituciones. Incluso estas nuevas tecnologías resultan menos complejas dado su modo de creación, administración, tiempo y soporte técnico, los casos de éxito a partir de la literatura evidencian una tendencia en las herramientas en la nube.

De la revisión bibliográfica realizada con la metodología Investigación Ciencia del Diseño (DSR), se analizaron y compararon las diferentes herramientas en la nube para la automatización de infraestructuras, se observa que la mayoría de las herramientas tienen características similares, pero con diferentes funciones y capacidades. Para esta investigación se eligieron herramientas de software libre, con un grado alto de confiabilidad, estabilidad, múltiples funciones y adaptable a los requerimientos de la institución donde se realizó el análisis de la infraestructura que tiene actualmente para proponer la automatización.

Después de realizar la prueba con las herramientas seleccionadas: Terraform para la definición de la infraestructura, aws como proveedor de servicios, packer para la creación de imágenes se demuestra que la automatización de infraestructuras atribuye al crecimiento de la institución. Esto se debe a que se comprobó que implementando esta tecnología se ahorra tiempo, dinero en la creación y soporte de las infraestructuras, todo se guarda en la nube, tiene respaldos, se realizan migraciones, los servidores se los puede duplicar y con ello ahorrar tiempo de creación, tiene disponibilidad, seguridad en sus servidores y redes, el administrador de red puede dar soporte desde cualquier parte donde tenga acceso al internet.

El prototipo que se realizó con los datos de la red de la Unidad Educativa Salesiana “María Auxiliadora” se acoge a todos los requerimientos de agilidad, seguridad, estabilidad y confiabilidad que se buscan en una red de una institución. Estos resultados se pueden expandir para otras instituciones y empresas, aunque una de las limitaciones que tiene esta propuesta es la falta de conocimiento de las herramientas en la nube, confianza en crear y administrar una infraestructura totalmente como código.

Como trabajo a futuro se propone, automatizar las infraestructuras tradicionales a una como código, de tal forma las instituciones podrán agilizar los procesos en respuestas de servicios, ahorrar tiempo y dinero en costosos aparatos físicos que tienen alto riesgo de deteriorarse a medida que pasa el tiempo y difícil configuración. Con las infraestructuras automatizadas todos los procesos se encuentran alojados en la nube y se podrá tener accesos a ellos en el momento que lo deseen, las herramientas se actualizan cada determinado tiempo para garantizar la seguridad, confiabilidad y estabilidad de los servicios.

## REFERENCIAS

Abderrahim, W., & Choukair, Z. (2016). PaaS dependability integration architecture based on cloud brokering. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing, 04-08-April-2016*, 484–487.

<https://doi.org/10.1145/2851613.2851874>

- Álvarez Vañó, J. M. (2018). *Modelo Comparativo de Plataformas Cloud y Evaluación de Microsoft Azure, Google App Engine y Amazon EC2*. 89.
- AWS. (2020). *AWS CloudFormation - Infraestructura como código y aprovisionamiento de recursos de AWS*. <https://aws.amazon.com/es/cloudformation/>
- Dresch, Aline; Pacheco Daniel, V. J. (2018). Design-science research A Method for Science and Technology Advancement. In *Research Methods: Information, Systems, and Contexts: Second Edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102220-7.00011-X>
- Fish, J. (2017). *Automatización de infraestructuras y del lanzamiento de aplicaciones*. [www.serena.com/sda](http://www.serena.com/sda)
- Freet, D., Agrawal, R., John, S., & Walker, J. J. (2015). Cloud forensics challenges from a service model standpoint: IaaS, PaaS and SaaS. *7th International ACM Conference on Management of Computational and Collective Intelligence in Digital EcoSystems, MEDES 2015*, 148–155. <https://doi.org/10.1145/2857218.2857253>
- Henriquez, C., Del Vecchio, J. F., & Paternina, F. J. (2015). La computación en la nube: un modelo para el desarrollo de las empresas. *Prospectiva*, 13(2), 81. <https://doi.org/10.15665/rp.v13i2.490>
- Lopera, J., Ramirez, C., Aritzizabal, Z., & Ortiz, J. (2016). *El Método analítico como método natural*. March.
- Moutai, F. Z., Hsaini, S., Azzouzi, S., & Charaf, M. E. H. (2019). Security testing approach for IaaS infrastructure. *ACM International Conference Proceeding Series, Part F148154*, 1–5. <https://doi.org/10.1145/3320326.3320374>
- Muñoz, J., Perez de Prado, R., Garcia, S., Rodriguez, R., & Marchewka, A. (2016). Analysis and Real Implementation of a Cloud Infrastructure for Computing Laboratories Virtualization. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 389, V. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23814-2>
- Osorio, J. D., Castro, H., & Brasileiro, F. (2012). Perspectives of UnaCloud: An opportunistic cloud computing solution for facilitating research. *Proceedings - 12th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing, CCGrid 2012*, 717–718. <https://doi.org/10.1109/CCGrid.2012.14>
- Pahl, C. (2015). Containerization and the PaaS Cloud. *IEEE Cloud Computing*, 2(3), 24–31. <https://doi.org/10.1109/MCC.2015.51>
- Pahl, C., Jamshidi, P., & Zimmermann, O. (2018). Architectural principles for cloud software. *ACM Transactions on Internet Technology*, 18(2). <https://doi.org/10.1145/3104028>
- Ramos, J. (2014). Infraestructura como servicio. *Revista De Información Teconología Y Sociedad*, 106–108. [http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSMKHH\\_9.0.0/com.ibm.etools.mft.doc/cf10005\\_.htm?lang=es](http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSMKHH_9.0.0/com.ibm.etools.mft.doc/cf10005_.htm?lang=es)
- Rangavittala, S. R., Sanjay, H. A., & Salvi, S. (2015). Enhanced multi-tenant architecture for DaaS, PaaS, IaaS and SaaS in edu-cloud: Simplifying the service provisioning in edu-cloud by multi-tenant architecture. *ACM International Conference Proceeding Series, 25-27-Sept*, 51–56. <https://doi.org/10.1145/2818567.2818577>
- Rosa, I. L., Perellada, G., Alain, C., & Garófalo Hernández, A. (2015). Arquitectura de Referencia para el diseño y despliegue de Nubes Privadas. *RIELAC, 1*, 1–16.
- Terraform. (2020a). *Terraform by HashiCorp*. <https://www.terraform.io/>
- Terraform. (2020b). *Terraform by HashiCorp*. <https://www.terraform.io/>
- Trinta, F. A. M., & Santos, E. (2017). Teaching Software Development for the Cloud: An Experience Report. *ACM International Conference Proceeding Series*, 338–347. <https://doi.org/10.1145/3131151.3131184>