



Universidad Internacional de La Rioja
Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Máster Universitario en Dirección y Gestión de Tecnologías de
la Información

Metodología de operaciones para la automatización de procesos del centro de datos

Trabajo fin de estudio presentado por:	Andy Reyes Vargas
Tipo de trabajo:	Proyecto Aplicado. Otras temáticas dentro del ámbito de TI tratadas en el Master
Director/a:	Dr. Juan Carlos Infante Moro
Fecha:	02/08/2022

Resumen

El planteamiento de esta investigación nace a partir de la necesidad de una metodología de implementación de las tecnologías de automatización para facilitar los procesos dentro del centro de datos. A partir de la presente investigación se propone una metodología de consenso que consolida las buenas prácticas de la industria, estándares internacionales, procesos sugeridos por los fabricantes y la experiencia del investigador para elaborar la metodología ASA (Automation Systems Applied).

A través de la metodología ASA se obtienen valores de los indicadores clave del proceso y se demuestran mejoras significativas en cada uno de los indicadores que sirven de base para plantear cinco hipótesis específicas que serán demostradas para concluir la aceptación de la hipótesis general y especificando los porcentajes de mejora. Finalmente se cumple el objetivo de mejora del proceso justificando la conveniencia de la investigación en el ámbito de las tecnologías de automatización en operaciones del centro de datos.

Palabras clave: Automatización, Tecnologías de la información, procesos, mejora continua

Abstract

The approach of this research stems from the need for a methodology for implementing automation technologies to facilitate processes within the data center. Based on this research, a consensus methodology is proposed that consolidates good industry practices, international standards, processes suggested by manufacturers and the experience of the researcher to develop the ASA (Automation Systems Applied) methodology.

Through the ASA methodology, values of the key indicators of the process are obtained and significant improvements are demonstrated in each of the indicators that serve as the basis for proposing five specific hypotheses that will be demonstrated to conclude the acceptance of the general hypothesis and specifying the percentages of improvement. Finally, the objective of improving the process is fulfilled, justifying the convenience of the research.

Keywords: Automation, Information technologies, processes, continuous improvement

Índice de contenidos

1. Introducción	7
1.1. Justificación del Trabajo.....	7
1.2. Planteamiento de la Solución	8
1.3. Estructura de la Memoria	10
2. Contexto y Estado del Arte.....	11
2.1. Antecedentes	11
2.2. Trabajos Relacionados	12
2.3. Conclusiones del Estado del Arte.....	25
3. Objetivos y Metodología de Trabajo.....	26
3.1. Objetivo Principal.....	26
3.2. Objetivos Específicos	26
3.3. Metodología de Trabajo	27
4. Desarrollo del Proyecto.....	29
4.1. Desarrollo de la metodología ASA	29
4.2. Descripción de la metodología ASA.....	31
4.3. Aplicación de la metodología ASA	39
5. Conclusiones y Trabajo Futuro	63
5.1. Conclusiones	63
5.2. Líneas de Trabajo Futuro	64
Referencias bibliográficas.....	65
Anexo A. Formato de informe	69

Índice de figuras

Figura 1. Diseño de la investigación. (Reyes, 2022)	27
Figura 2. Arquitectura de Ansible. (RedHat, 2022).....	29
Figura 3. Arquitectura de Terraform. (Hashicorp, 2022).....	30
Figura 4. Arquitectura de Packer con Terraform. (Hashicorp, 2022)	30
Figura 5. Arquitectura general (Elaboración propia).....	31
Figura 6. Formato de plantilla (Elaboración propia).....	69

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Contrastación de indicadores</i>	9
<i>Tabla 2. Presentacion de datos</i>	39
<i>Tabla 3. Pruebas de normalidad</i>	43
<i>Tabla 4. Prueba estadística del indicador tiempo</i>	48
<i>Tabla 5. Prueba estadística del indicador costo</i>	49
<i>Tabla 6. Prueba estadística del indicador complejidad</i>	50
<i>Tabla 7. Prueba estadística del indicador efectividad</i>	51
<i>Tabla 8. Prueba estadística del indicador errores</i>	52
<i>Tabla 9. Resultados del indicador tiempo</i>	53
<i>Tabla 10. Resultados del indicador costo</i>	54
<i>Tabla 11. Resultados del indicador complejidad</i>	56
<i>Tabla 12. Resultados del indicador efectividad</i>	57
<i>Tabla 13. Resultados del indicador errores</i>	59
<i>Tabla 14. Resultados de la aplicación de metodología ASA</i>	61

1. Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo guiar el proceso de implementación de la plataforma de automatización de operaciones en los centros de datos de las empresas, así mismo con la aplicación de la metodología propuesta por el investigador se provee una serie de beneficios en los campos de tecnología de la información.

La metodología ASA es un marco referencial de autoría propia, el cual se basa en las buenas prácticas de la industria definidos en los estándares internacionales (ISO, 2022), tecnologías de automatización (Gartner, 2022) y la experiencia del investigador. Esta metodología genera un aporte al conocimiento en el campo de las tecnologías de la información aplicada a la automatización de operaciones.

La metodología propuesta no busca reemplazar las soluciones tecnológicas actualmente implementadas en las empresas, sino mejorar el proceso de implementación a través de la evaluación de diferentes soluciones de automatización para seleccionar la más adecuada para la empresa y luego diseñar, implementar, documentar y apoyar el ciclo de mejora continua.

Se demostrará estadísticamente la mejora en los indicadores de los procesos de automatización en el centro de datos a través de la contrastación de la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación.

1.1. Justificación del Trabajo

Las empresas que cuentan con un centro de datos propio, ya sea en un local propio o en una nube pública o privada, realizan una gran inversión en tecnologías de la información por la criticidad de sus servicios. Para (Guerrero & Pineda, 2022) los procesos que requieren estas empresas están en constante cambio al igual que la tecnología que implementan para apoyar el negocio, por ello usan estándares internacionales a fin de obtener buenas practicas definidas por la industria, por estas exigencias los procesos del centro de datos tienden a ser más complejos (Mínguez, 2022).

Las empresas no siempre cuentan con un solo centro de datos, muchas cuentan con centros de datos alternos o de contingencia, aumentando la complejidad en sus procesos de mantenimiento u operación de las tecnologías de la información. En este punto la tecnología de automatización de operaciones resulta ser un facilitador que permita orquestar los procesos y reducir tiempos, costos, complejidad y errores. Sin embargo, una plataforma de automatización no solo se instala, se planifica, diseña, implementa y pasa por un ciclo de mejora continua, por ello se requieren metodologías que permitan la adopción de la automatización de procesos indicando fases, actividades, roles y entregables (PMI, 2021) como si fuera una metodología de desarrollo de software (EcuRed, 2022).

Actualmente se cuenta con muchas soluciones tecnológicas de automatización, sin embargo, estas soluciones tecnológicas se enfocan en la fase de implementación dejando las fases de planificación y diseño muy genéricas bajo la responsabilidad de la empresa cliente.

En el presente trabajo de investigación, se propone un nuevo marco referencial que llamaremos **Metodología ASA** la cual se implementara en una empresa a nivel de prueba de concepto a fin de obtener datos relevantes los cuales serán contrastados con datos de la empresa sin aplicar la metodología y demostrar que el uso de la metodología ASA sí obtiene datos de mejora en indicadores críticos.

1.2. Planteamiento de la Solución

(Angeli, 2018) indica que a través de la notación Business Model Process and Notation, se aplica el mapeo de procesos AS-IS/TO-BE donde se puede describir y mejorar los procesos internos de la organización.

En esta investigación, se analiza el proceso general de operación y mantenimiento de los sistemas críticos en el centro de datos el cual se llamará escenario AS-IS, para luego proponer mejoras a través de un proceso nuevo al que se llamará TO-BE para obtener objetivos de mejora para contar con una línea base sobre la cual comparar la aplicación de la metodología propuesta en la empresa obteniendo resultados como se muestra en la Tabla 1 con valores de AS-IS vs TO-BE.

Tabla 1. Contrastación de indicadores

		AS-IS	TO-BE
Indicadores clave de los procesos del centro de datos por automatizar	Tiempo	35	32
	Costo	3000	2500
	Complejidad	72	67
	Efectividad	67	73
	Errores	13	10

Elaboración propia

Como propuesta del presente trabajo, se quiere llegar a la siguiente solución o hipótesis de investigación:

- La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a mejorar los procesos del centro de datos.

Para demostrar la hipótesis general, se deberán demostrar estadísticamente las siguientes hipótesis específicas para evidenciar que si generan mejora:

- La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a reducir los tiempos de los procesos del centro de datos.
- La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a disminuir los costos de los procesos del centro de datos.
- La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a reducir la complejidad de los procesos del centro de datos.
- La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a aumentar la efectividad de los procesos del centro de datos.

- La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a minimizar los errores en los procesos del centro de datos.

1.3. Estructura de la Memoria

En el *Capítulo 1: Introducción*, se justifica la relevancia de la presente investigación y como esta genera un aporte al conocimiento en el ámbito de las tecnologías de la información al proponer una metodología de autoría propia la cual apoyara en la implementación de automatización de operaciones. También se presentará la solución a la problemática a través de la formulación de hipótesis alineada a los indicadores clave seleccionados para los procesos del centro de datos.

En el *Capítulo 2: Contexto y estado del arte*, se describe la problemática a través del planteamiento de la pregunta de investigación además de mostrar las investigaciones similares que buscan proponer métodos, metodologías, marcos referenciales de la automatización de operaciones aplicadas en centros de datos o sistemas dentro del centro de datos, se comparará las investigaciones con la investigación presentada evidenciando las mejoras que el autor propone en la presente investigación.

En el *Capítulo 3: Objetivos y metodología de trabajo*, se describe los objetivos que la presente investigación busca alcanzar, siendo importante la descripción de la metodología de trabajo propuesta la cual demostrara de qué manera y en qué medida se alcanzan los objetivos específicos planteados.

El *Capítulo 4: Desarrollo del proyecto*, se mostrará el desarrollo de la metodología ASA en una empresa a través de una prueba de concepto aplicando las fases y actividades definidas en la metodología aplicando los roles para obtener los entregables más importantes y cumplir el objetivo de la automatización de operaciones del centro de datos. El desarrollo concluye con la contrastación de la hipótesis de investigación a través de los datos obtenidos en el desarrollo.

Finalmente en el *Capítulo 5: Conclusiones y trabajo futuro*, se describirán las conclusiones de la investigación enfocadas como se alcanzaron los objetivos, además de proponer mejoras en la metodología ASA que permitan ampliar el alcance de la misma.

2. Contexto y Estado del Arte

Respecto al contexto de la investigación, se presentan solo trabajos de investigación y tesis de grado que se enfoquen en la automatización de operaciones sobre plataformas de virtualización o contenedores empresariales, ya que su alcance es similar al de la presente investigación, sin embargo no se tomarán en cuenta trabajos que solo apliquen una tecnología de automatización, es decir, se buscarán investigaciones que propongan metodologías o procedimientos de autoría propia, ya que estos trabajos generan un conocimiento nuevo y tienen mayor aporte a las tecnologías de la información.

2.1. Antecedentes

Actualmente los procesos de automatización en las empresas no se ejecutan siguiendo un modelo de referencia independiente de la tecnología o plataforma, sino que son ejecutados de forma sugerida por el fabricante de cada tecnología, esto garantiza el cumplimiento de los objetivos de automatización, pero no necesariamente se realicen con las mejores prácticas generando la documentación necesaria para futuras implementaciones, mantenimiento o actualizaciones. En este sentido se plantea la problemática que se quiere solucionar a través de la pregunta de investigación

- ¿En qué medida, la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a mejorar los procesos del centro de datos?

Considerando que la respuesta es muy general para ser respondida directamente, se plantean problemas específicos:

- ¿En qué medida, la implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a reducir los tiempos de los procesos del centro de datos?
- ¿En qué medida, la implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a disminuir los costos de los procesos del centro de datos?

- ¿En qué medida, la implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a reducir la complejidad de los procesos del centro de datos?
- ¿En qué medida, la implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a aumentar la efectividad de los procesos del centro de datos?
- ¿En qué medida, la implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a minimizar los errores en los procesos del centro de datos?

2.2. Trabajos Relacionados

En la investigación de (Iñiguez, 2017) se expone un caso particular de implementación de tecnologías de la información aplicada a una empresa de educación, donde las necesidades de automatizar las operaciones del centro de datos asociadas al desarrollo de software son muy similares a las de las empresas de desarrollo, por ello, (Iñiguez, 2017) elaboro un modelo estandarizado de entrega continua.

El modelo de (Iñiguez, 2017) comprende los procesos de desarrollo de software en un ciclo de desarrollo continuo, siendo necesario automatizar los pasos del ciclo de cara a una entrega eficiente de un producto mínimo viable para la empresa, por ello, se apoya en herramientas de CI/CD basadas en código abierto en una arquitectura en capas que aporten funcionalidades específicas al modelo.

Finalmente (Iñiguez, 2017) entrega un marco metodológicos similar a la presente investigación pero enfocada al desarrollo de software, sin embargo, si consideramos que la tecnología tiende a entregar los componentes del centro de datos(computo, redes y almacenamiento) en formato de software, los componentes de desarrollo pueden aplicarse a la infraestructura como servicio y plataforma como servicio.

En el trabajo de fin de master de (Sánchez, 2018), se busca la automatización de las nuevas aplicaciones del centro de datos a través de la adopción de los micro-servicios y soluciones de

automatización como Ansible. El autor integra distintas tecnologías en una solución completa con un método de aprovisionamiento que permite el despliegue automatizado de aplicaciones en un entorno seguro.

La investigación de (Sánchez, 2018) indica la importancia de las plataformas de virtualización en el centro de datos, proporcionando a las empresas ambientes de desarrollo de forma muy rápida y segura. Estos ambientes pueden ser entregados siguiendo las buenas prácticas de implementación, es decir, se alinean a los estándares de la industria en términos de seguridad.

Al implementar la virtualización (Sánchez, 2018) asegura que la infraestructura empresarial se prepara a implementar otras tecnologías alineadas, por ejemplo, si la empresa desea implementar los micro servicios ya cuenta con una base tecnológica adecuada, considerando que los micro servicios aportan grandes beneficios al desarrollo de software.

Tanto la virtualización como los micro servicios sobre plataforma de virtualización reducen la complejidad en el despliegue de ambientes de desarrollo, siendo una situación ideal para las empresas de desarrollo con poca experiencia en la entrega de sistemas operativos y aplicaciones, simplificando su trabajo sin comprometer la seguridad.

En la investigación de (Canosa, 2018) se muestra la transición de los sistemas virtualizados a los sistemas contenerizados, resaltando la importancia de tener una infraestructura cada vez más flexible en términos de escalabilidad y disponibilidad, aunque las máquinas virtuales son cada vez más dinámicas, sus beneficios no se equiparan a los contenedores empresariales.

(Canosa, 2018) hace énfasis que la mayoría de los centros de datos se enfocan en infraestructura como servicio y plataforma como servicio, pero indica que con los contenedores se crea un nivel intermedio llamado contenedores como servicio que entrega beneficios en ambos niveles y añade valor a la infraestructura tecnológica de la empresa ya que apoya el cumplimiento de los niveles de servicio acordados con sus clientes internos.

(Canosa, 2018) aplica una comparación de la tecnología de virtualización y la tecnología de contenerización analizando las violaciones a los SLAs y explica cómo se da una disminución en la cantidad de incidencias graves, por tanto, su investigación aporta un marco de referencia

para justificar la migración de los servicios de una plataforma a otra, siendo un punto a considerar en la presente investigación.

En el artículo científico de (Chafla & Silva, 2018) se resalta la importancia de la transformación digital en las industrias que aplican tecnología en sus procesos, se resalta el hecho que el centro de datos está en constante modernización, no solo a nivel de componentes físicos sino también a nivel de aplicaciones y sistemas de cómputo.

(Chafla & Silva, 2018) indican que las empresas buscan ser cada vez más competitivas, para ellos sus centros de datos requieren arquitecturas altamente disponibles con capacidad de crecimiento a través del uso de sistemas hiperconvergentes.

Para (Chafla & Silva, 2018) las plataformas hiperconvergentes proporcionan una infraestructura base para las aplicaciones empresariales, esta base tecnológica integra los dominios de tecnología como almacenamiento, redes y computo en un solo componente o nodo de hiperconvergencia el cual virtualiza todos los componentes a través de una solución de software integrada a un hipervisor.

Al integrar diferentes componentes de software para la gestión de infraestructura, se requiere una solución de automatización que permita el despliegue de sistemas operativos y aplicaciones sobre ellos.

En el proyecto de titulación de pregrado de (Yunga, 2018) se presenta un método de aprovisionamiento automático de configuraciones de redes, el dominio de redes es uno de los dominios más críticos en el centro de datos y una investigación especializada en este dominio tecnológico aportara una base importante para el presente trabajo de investigación.

La investigación de (Yunga, 2018) cumple el objetivo de realizar la implementación automatizada de configuraciones redes a través de Ansible, siendo un trabajo de investigación relacionada con la presente investigación, aportando una base procedimental completa en el dominio de redes y comunicaciones.

(Yunga, 2018) implementa ambientes de pruebas con el software GNS3 para validar y certificar sus configuraciones, teniendo una validación que luego puede ser comprobada en ambientes en producción con fabricantes como Cisco, Arista o Juniper.

Las simulaciones de (Yunga, 2018) no solo comprenden diferentes fabricantes, además incluye diferentes funcionalidades tecnológicas en el dominio de redes como la aplicación de BGP, VLANS, MPLS, reglas de firewall en el centro de datos y su perímetro.

Al tener una gran cantidad de componentes, (Yunga, 2018) integra un nodo central de de configuraciones aplicando la tecnología Ansible el cual realiza la orquestación de plataformas, permitiendo aportar a la presente investigación un antecedente importante sobre el cual se complementan con módulos desarrollados en C++ y Python.

Ante la complejidad que implica migrar los servidores de un centro de datos de escala baja y media como los que requieren las pymes, (Loo & Rojas, 2018) proponen un modelo de migración para servidores hacia la nube donde se prioriza el uso de las buenas prácticas de la industria dispuestas en los estándares internacionales, siendo necesario el uso de los frameworks Togaf y CCRA v4.

Considerando que las aplicaciones de las pymes son en su mayoría aplicaciones de complejidad baja, el modelo de (Loo & Rojas, 2018) propone a la infraestructura como servicio donde la implementación de instancias de virtualización y contenerización y la información debe ser portada a fin de garantizar una migración transparente de la información.

El modelo de (Loo & Rojas, 2018) permite reducir los costos de migración de forma significativa al reducir los tiempos a través de procesos alineados al negocio mediante el uso de programas o scripts que validan y ejecutan los requerimientos de migración.

La investigación de (Rázuri, 2019) propone un modelo de continuidad de negocio basado en la norma internacional ISO 22301, donde se especifica los pasos necesarios para garantizar la continuidad de operaciones de una entidad financiera cumpliendo una serie de requisitos en términos de disponibilidad definidas por la empresa y supervisada por una entidad fiscalizadora.

(Rázuri, 2019) define un modelo en fases y estas siguen un enfoque de mejora continua, por lo tanto, está siempre en proceso de actualización y mejora, siendo importante garantizar ciertos niveles de disponibilidad medidos principalmente en términos de tiempo y punto de restauración (RTO y RPO).

(Rázuri, 2019) describe el RTO como el tiempo que la empresa tiene para restaurar sus operaciones a un estado funcional, se aclara que mientras este RTO se aproxime a 0, será mucho más conveniente para la empresa, sin embargo, esta aproximación a 0 implica una inversión en tecnología muy fuerte, por lo que deberá negociarse.

(Rázuri, 2019) describe al RPO como el punto en el tiempo al cual se desea llegar en el proceso de recuperación, se aclara que mientras este RPO sea más próxima al tiempo actual, será más conveniente a la empresa, pero al igual que el RTO este debe negociarse por su costo de inversión.

En término de RPO y RTO cumpliendo con los requerimientos de continuidad de negocio, (Rázuri, 2019) entrega un modelo muy bien organizado que será incluido en la presente investigación.

La investigación de (Arizola & Chávez, 2020) demuestra la importancia de escalar a arquitecturas flexibles en el centro de datos, es decir, la virtualización le proporciona a la empresa un modelo de centro de datos dinámico donde los componentes y las aplicaciones pueden desplegarse de forma rápida y segura.

(Arizola & Chávez, 2020) presentan un modelo de virtualización para desplegar instancias de virtualización o máquinas virtuales las cuales alojan las aplicaciones críticas del negocio considerando también componentes como discos virtuales y redes virtuales, llegando a una arquitectura altamente disponible en la forma de infraestructura como servicio.

(Arizola & Chávez, 2020) resaltan que, al usar la virtualización de servidores, se facilita la automatización de operaciones en el centro de datos, ya que tanto las máquinas virtuales como los discos y redes son parte de un catálogo de componentes que se despliegan desde la herramienta de gestión de virtualización, justamente a través de esta solución de gestión, se

pueden consumir estos recursos por la interface web así como los Rest APIs que facilitan la programación de soluciones a medida.

La investigación de (Arizola & Chávez, 2020) coincide con la presente investigación, al incluir la infraestructura como servicio como base fundamental del modelo, el cual se complementa con cualquier solución certificada sobre la plataforma de virtualización como sería los contenedores, micro servicios, middleware, webservices, etc. Finalmente se considera que el modelo de virtualización aportara información relevante al modelo de la presente investigación.

En la investigación de (López, 2020) se presenta una arquitectura de centro de datos basada en micro servicios, siendo una tendencia tecnológica que implica un cambio tecnológico importante, ya que se cambia el enfoque de despliegue de las aplicaciones de sistemas en instancias a sistemas en contenedores.

(López, 2020) proponen una arquitectura de micro servicios sobre contenedores con el objetivo de obtener la escalabilidad que la empresa requiere, por tanto, necesita un proceso de automatización de PODs de kubernetes que le permitan incrementar las capacidades de las aplicaciones, para ello, propone el escalamiento horizontal de aplicaciones para cumplir con el requerimiento.

Considerando que el modelo de (López, 2020) es similar al modelo de la presente investigación, se puede reutilizar del modelo de (López, 2020) todas las integraciones desarrolladas para la capa de contenedores con las herramientas de CI/CD.

Ya que el modelo de implementación de (López, 2020) se basa en la plataforma de contenedores con micro servicios, se pueden desplegar ambientes de desarrollo, calidad y producción en un ciclo ordenado enfocado al despliegue de aplicaciones con las mejores prácticas que la industria indica, aportando un gran punto de referencia para la presente investigación.

En el trabajo de fin de master de (Sainz, 2020) se propone un método de automatización de infraestructura basada en contenedores a través de la integración de herramientas de

desarrollo continuo o CI/CD se desplegarán, monitorizarán y actualizarán sistemas de forma similar a la búsqueda en la presente investigación.

(Sainz, 2020) aplica el internet de las cosas (IoT) como plataforma tecnológica base para la interconexión de dispositivos a través de programas que capturen información del mundo físico y virtual.

Dicha información deberá ser utilizada por los desarrolladores de software para crear aplicaciones que generen utilidad a los usuarios, siendo necesario consolidar muchas fuentes de datos y segmentar los programas en servicios más especializados, en consecuencia, el ciclo de desarrollo descrito por (Sainz, 2020) requiere una plataforma de automatización que orqueste todas las fuentes de datos en las aplicaciones que sea compatible con herramientas de desarrollo continuo multiplataforma.

(Sainz, 2020) elige la plataforma de contenedores como base tecnológica para el empaquetado y distribución de aplicaciones, dicha tecnología es compatible con plataformas de automatización como Ansible, acercando su objetivo a la presente investigación.

(Bosch, 2020) presenta en su investigación un modelo de automatización de soluciones web, este modelo integra distintas soluciones como la virtualización, herramientas de automatización, herramientas de gestión de código y configuraciones, su objetivo es facilitar la automatización de las aplicaciones web y middleware, siendo una aplicación común en las empresas y muy relacionada con el alcance del presente proyecto de investigación.

(Bosch, 2020) aplica tecnologías basadas en código abierto para implementar la solución cliente-servidor, apoyándose en virtualización de plataforma para facilitar el despliegue, actualización, mantenimiento y soporte de los componentes, esta metodología de implementación basada en estándares abiertos se alinea con la presente investigación y sirve como base para las pruebas de concepto necesarias.

(Bosch, 2020) explica que, ante la diversidad de componentes la plataforma tecnológica de su estudio, se requiere una solución de monitorización y automatización para garantizar el correcto funcionamiento de la plataforma, así como el soporte de ella manteniendo una visibilidad integral de ella.

Al igual que la investigación de (Bosch, 2020) se da mucha importancia a las aplicaciones en la presente investigación, considerando que las aplicaciones y los requerimientos para que estas puedan funcionar (bases de datos, servidores de aplicaciones, servidores web, firewalls, etc.) requieren de soluciones que configuren estos componentes de forma integral sin mayor complejidad.

En el artículo científico de (Vega & Sánchez, 2020), se indica la importancia del monitoreo del centro de datos, este artículo no se enfoca en las aplicaciones, servidores o componentes de red, sino se enfoca en el monitoreo de componentes electrónicos del centro de datos, aunque la presente investigación no se enfoca en este dominio tecnológico, se debe integrar a ella.

En el caso se requiera mantenimientos preventivos o correctivos, el administrador de sistemas debe estar en la capacidad de apagar, suspender o reiniciar componentes del centro de datos, empezando por la capa de aplicaciones, luego servidores y finalmente los componentes indicados por (Vega & Sánchez, 2020).

Los componentes citados por (Vega & Sánchez, 2020) no necesariamente se construyen o gestionan en un sistema operativo de uso comercial como Microsoft Windows o sistemas Linux, sino sobre sistemas propietarios con componentes de administración web, en este sentido se requiere una solución de automatización multiplataforma para que el administrador de sistemas tenga una solución integral que le facilite el trabajo de gestión de tecnologías de la información.

El artículo de (Vega & Sánchez, 2020) aporta a la presente investigación una visión integral del centro de datos más allá de las aplicaciones que este soporta.

En la investigación de (Berbel, 2021), se describe la complejidad de los sistemas informáticos, debido a su gran tamaño y diversidad de tecnologías involucradas en un centro de datos, se requiere una plataforma de administración centralizada que pueda orquestar dichas tecnologías, sin embargo, (Berbel, 2021) desarrolla una solución de gestión basada en lenguaje Go, siendo un lenguaje de programación muy relacionado con C y Python lo que lo relaciona también con el presente proyecto de investigación.

Como la aplicación práctica de la solución propuesta por (Berbel, 2021) es una línea de comandos capaz de integrarse con la plataforma de Amazon, se considera que su alcance comprende a las soluciones de nube, por lo tanto, su capacidad de automatización de operaciones se valida a través de su investigación.

(Berbel, 2021) no solo propone una solución de administración y automatización, sino que comprende buenas prácticas para estandarizar la plataforma desplegada a través de instancias de nube.

La investigación de (Berbel, 2021) al igual que la presente investigación, se centra en la integración de proyectos de código abierto para presentar una solución integral desarrollada en capas que permita la automatización de operaciones en el centro de datos, aunque (Berbel, 2021) se enfoca en el centro de datos externo en la nube de Amazon, su tecnología es aplicable en un centro de dato interno.

En la investigación de (Toromoreno, 2021) se explica cómo se debe incluir el proceso de DevOps en la entrega continua de software, para ello, el perfil de DevOps requiere la automatización de plataforma de contenedores empresariales, los cuales le permiten desplegar frameworks de desarrollo y middlewares para las pruebas. En este sentido, la investigación de (Toromoreno, 2021) incluye un alto nivel de automatización de operaciones preparando las aplicaciones de la empresa para pasar de arquitecturas tradicionales a micro servicios.

(Toromoreno, 2021) no solo describe las herramientas tecnológicas necesarias, sino que alinea el proceso a una metodología de desarrollo ágil como Scrum, por ello, el modelo de (Toromoreno, 2021) es bastante maduro y con gran nivel de integración, lo cual sirve de punto de referencia para la presente investigación, sin embargo, el alcance deberá ser ampliado, ya que se enfoca solo a las herramientas de desarrollo continuo.

El modelo de (Toromoreno, 2021) es independiente a la plataforma base implementada, aunque su prueba se realizó con la nube de Azure, esta podría implementarse en cualquier solución de nube publica incluso en nubes privadas y centros de datos virtualizados.

En el artículo científico de (Dominguez & Vargas, 2021) se resalta el concepto de infraestructura como código (IaC) para facilitar los procesos del centro de datos, en dicha investigación se detallan principios que los sistemas deben cumplir como:

- Los sistemas son recreables
- Los sistemas deben ser altamente disponible
- Los sistemas son consistentes
- Los procesos en los sistemas deben ser repetibles
- Los sistemas deben ser diseñados para estar en constante cambio

A fin de poder cumplir estos principios en el centro de datos, la IaC requiere plataformas especializadas de automatización, para (Dominguez & Vargas, 2021) esto no se puede alcanzar con una solución tecnológica específica, por ello propone un conjunto de soluciones que se integran de tal manera que se complementan entre ellas y apoyan el cumplimiento de todos los principios.

El modelo propuesto por (Dominguez & Vargas, 2021) se basa en tecnología Ansible, pero se elabora en capas donde Ansible se complementa con Puppet, Chef y Terraform, todas ellas en un ambiente de contenedores en una infraestructura de nube. La presente investigación es una continuación de la investigación de (Dominguez & Vargas, 2021) cambiando el enfoque de sistemas en la nube a un modelo híbrido con enfoque al centro de datos de las empresas.

En la investigación de (Huerlo, 2021) se presenta un análisis completo de la solución tecnológica Terraform para el despliegue de instancias con un enfoque de infraestructura como servicio llegando a un nivel de especialización en la automatización de operaciones del centro de datos que lo posiciona como infraestructura como código.

Para (Huerlo, 2021) la solución de Terraform le permite cumplir con el ciclo de vida del software a través del despliegue de ambientes de desarrollo de forma automática con lineamientos de seguridad definidos por la empresa, para luego certificar las aplicaciones y el código desarrollado en la etapa previa para finalmente llevar a producción las aplicaciones,

sobre este ciclo se aclara que los ambientes son homologados con apoyo de Terraform a través de su componentes de integración con las soluciones de nube.

(Huerlo, 2021) considera que ante una situación heterogénea donde diferentes soluciones tecnológicas convergen en el mismo centro de datos, las soluciones de código abierto permiten mantener un nivel de integración alto que garanticen que las diferentes tecnologías trabajen en conjunto para cumplir con las operaciones requeridas por la empresa.

Finalmente, (Huerlo, 2021) compara diversos proveedores de tecnología y como se integran a la plataforma Terraform, siendo importante resaltar que el análisis independiente de la tecnología, arquitectura, sistema operativo, entre otros, es una buena práctica a fin de mantener los estándares abiertos y no se restrinja las capacidades a y alcances un solo fabricante.

En el trabajo de fin de master de (Payá, 2021), se presenta un método de automatización de operaciones con un enfoque especializado a los controles de seguridad, siendo un dominio tecnológico que debe estar incluido en cualquier investigación que se alinee a estándares internacionales, el modelo presentado en su investigación se aplica en entornos educativos sin embargo su alcance puede extenderse a cualquier empresa como la propuesta de la presente investigación.

Según la investigación de (Payá, 2021), es necesario implementar controles de seguridad alineados a estándares internacionales, estos controles pueden ser muy complejos en implementar debido a la cantidad de tecnologías en un centro de datos, por ello existe la necesidad de un proceso que facilite la implementación de estos controles.

(Payá, 2021) afirma que la automatización de operaciones a través de una solución tecnológica, facilitaría la aplicación de los controles y la verificación continua de los mismos. La seguridad de los sistemas informáticos debe garantizarse en todo momento, por ello, el proceso de automatización debe ser considerado como actividades de mejora continua en la empresa, coincidiendo con el dominio de seguridad de la presente investigación.

La investigación de (Lizarraga & Ponce, 2021) presenta un sistema de monitoreo de sistemas virtualizados, sin embargo, su enfoque no es solo la monitorización de sistemas, sino también

gestionar los incidentes asociados al monitoreo con el fin de establecer patrones de predicción para prevenir y reducir los eventos de incidentes antes de que se conviertan en errores críticos.

Como parte de la investigación (Lizarraga & Ponce, 2021) se propone el uso de soluciones de código abierto donde el principal componente es la solución Nagios como core de monitoreo, luego implementa una capa de customización llamada Cacti para darle una interface capaz de gestionar los sistemas virtualizados.

Con la solución de monitoreo de (Lizarraga & Ponce, 2021) se pueden monitorear los sistemas operativos a través de agentes especializados, sin embargo, para equipos de comunicaciones o de sistemas operativos sin agente, se propone una solución de monitoreo basada en protocolos de red que no requieren la instalación de agentes.

El monitoreo de (Lizarraga & Ponce, 2021) permite ejecutar el ciclo de mejora continua en el tercer paso o revisión continua, con las reglas de monitoreo se puede obtener información para prevenir los incidentes en la plataforma, también se puede integrar a una solución de automatización ya que la solución de monitoreo se desarrolló con estándares abiertos que permiten una integración transparente a través de Rest APIs o scripts personalizados en formato bash o perl.

La investigación de (Castro, 2021) muestra como los sistemas operativos Linux pueden llegar a ser muy seguros, sin embargo, también indica que en un escenario por defecto las brechas de seguridad son muy amplias, debido a su alto nivel de customización, los sistemas Linux requieren un alto nivel de especialización para llegar a realizar un aseguramiento completo.

(Castro, 2021) resalta que, aunque los sistemas Linux son relativamente más complejos que los sistemas Microsoft, se cuenta con mucha información documentada sobre cómo asegurar los parámetros de sistema operativo, incluso estos parámetros se heredan a las aplicaciones y así se entrega un nivel de aseguramiento básico pero eficiente para cumplir con los estándares de seguridad.

Aunque el aseguramiento de sistema operativo es muy importante, (Castro, 2021) resalta la importancia de realizar el aseguramiento en capas, pasando por las redes, sistemas

operativos, aplicaciones apoyándose en los marcos de seguridad establecidos en las normas ISO.

La investigación de (Castro, 2021) permite incluir la capa de seguridad a la presente investigación ya que los componentes de la solución de automatización están desplegados sobre contenedores empresariales de sistemas Linux aunque estos monitoreen sistemas de cualquier plataforma.

(Banda, 2022) resalta la necesidad de las empresas de optimizar sus procesos de negocios, para ello requieren de soluciones informáticas que les permitan ser competitivos. Por ello propone a la empresa objeto de su investigación un desarrollo de software para lograr una eficiente administración de sus procesos con buen rendimiento y sobre todo ofrecer disponibilidad de los procesos, sin embargo, estos requerimientos deben ser validados a través de pruebas de código.

La prueba de concepto en la investigación de (Banda, 2022) incluye herramientas de desarrollo continuo basado en estándares abiertos, es aquí donde requiere una solución de automatización de operaciones que permita validar y certificar estos códigos de programación que luego serán desplegados en las plataformas informáticas de la empresa.

(Banda, 2022) indica que la automatización de los procesos de calidad genera un ahorro considerable de tiempo, además que permite la mejora continua de los procesos de desarrollo y certificación de infraestructura.

En la investigación de (Chacón, 2022) se describe la construcción de una infraestructura de GitOps considerando un repositorio de código empresarial estandarizado por la industria llamado git, este git permite consolidar la información para la gestión de operaciones de las plataforma que (Chacón, 2022) intenta automatizar en otras plataformas.

Aunque el repositorio de código es una capa importante en el modelo que (Chacón, 2022) propone, es solo una capa más de la arquitectura propuesta, ya que se considera como plataforma base a la infraestructura de contenedores desplegada sobre Kubernetes, la cual requiere múltiples componentes de software para su correcto funcionamiento y aseguramiento.

(Chacón, 2022) entrega una arquitectura con niveles de disponibilidad y redundancia que garantizan el correcto uso de los estándares internacionales, al igual que la presente investigación, se busca utilizar estándares abierto que permita la agrupación de tecnologías distribuidas en capas donde cada capa agrega valor al modelo en general.

La investigación de (Chacón, 2022) es un punto importante de partida para la presente investigación, ya que el desarrollo de su modelo tiene muchas similitudes con el modelo propuesto en la presente investigación donde se resalta el uso de tecnologías de código abierto.

2.3. Conclusiones del Estado del Arte

Las investigaciones revisadas presentan un enfoque de automatización bastante maduros en la tecnología de micro servicios, sin embargo, no cuentan con un enfoque integral en los componentes del centro de datos, sobre estos trabajos se llega a la conclusión que se debe realizaran mejoras para que permitan la gestión de redes, almacenamiento y plataforma como servicio.

Las investigaciones revisadas tienen un gran nivel de especialización en la capa de redes, comunicaciones y seguridad, aportando una base significativa para el presente proyecto de investigación en el dominio tecnológico de comunicaciones, llegando a la conclusión que es un dominio de conocimiento muy importante que debe ser considerado en el proyecto de investigación.

Las bases metodológicas propuestas en las investigaciones revisadas integran distintas tecnologías del centro de datos en un modelo integrado sobre el cual se concluye se deben agregar roles y entregables de autoría propia.

3. Objetivos y Metodología de Trabajo

Los objetivos de investigación están alineados a la definición de la problemática y la hipótesis que responde la pregunta de investigación, siendo necesario cumplir una metodología de trabajo que se desarrolla a través de un enfoque de tres variables de investigación descrita más adelante.

3.1. Objetivo Principal

Mejorar los procesos del centro de datos implementando la automatización de operaciones aplicando metodología ASA.

3.2. Objetivos Específicos

A continuación, se presentan los objetivos del proyecto:

- Reducir los tiempos de los procesos del centro de datos implementando la automatización de operaciones aplicando metodología ASA.
- Disminuir los costos de los procesos del centro de datos implementando la automatización de operaciones aplicando metodología ASA.
- Reducir la complejidad de los procesos del centro de datos implementando la automatización de operaciones aplicando metodología ASA.
- Aumentar la efectividad de los procesos del centro de datos implementando la automatización de operaciones aplicando metodología ASA.
- Minimizar los errores en los procesos del centro de datos implementando la automatización de operaciones aplicando metodología ASA.

También se presenta los objetivos del trabajo de investigación:

- Realizar el análisis de las metodologías existentes en el mercado aplicadas a la automatización de operaciones en el centro de datos.

- Consolidar las metodologías existentes con buenas prácticas de la industria para el desarrollo de una metodología de consenso.
- Proponer una metodología que se aplicada a diferentes tecnologías sin mantener una restricción tecnología de una tecnología específica.
- Fomentar la generación de documentación en los proyectos de automatización.
- Proponer el uso de estándares, arquitecturas o plataformas de código abierto que faciliten la integración de múltiples sistemas presentes en el centro de datos.

3.3. Metodología de Trabajo

A fin de facilitar el proceso de investigación, se muestra el diseño de cómo se realizará la investigación dando un enfoque de 3 variables como se indica en la Figura 1:

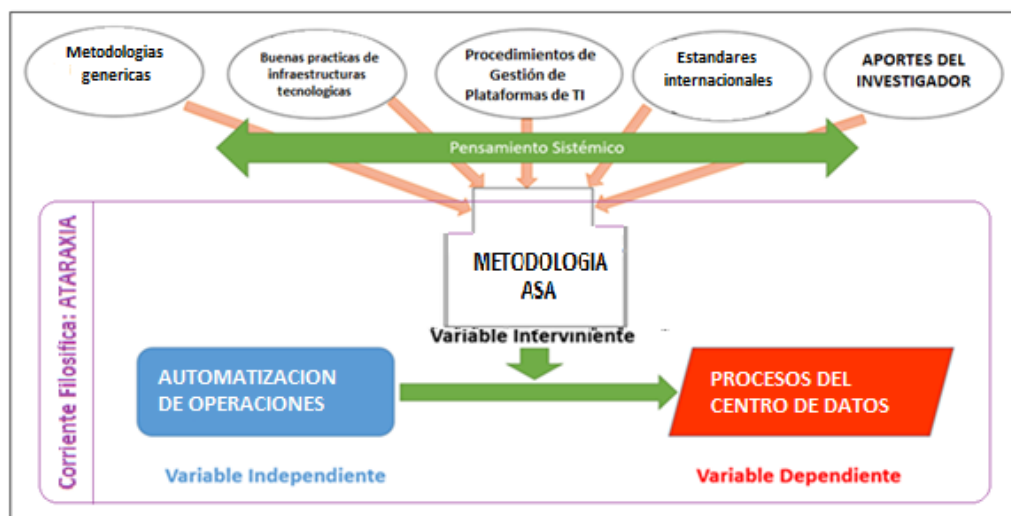


Figura 1. Diseño de la investigación. (Reyes, 2022)

Como se muestra en la *Figura 1*, la investigación se realiza usando las 3 variables, siendo la automatización de operaciones un proceso tan complejo que requiere una metodología que ayude a implantarla a fin de mejorar los indicadores de los procesos en el centro de datos.

Para demostrar que se alcanzan los objetivos de la investigación, se propone el siguiente experimento:

Ge	O1	X	O2
----	----	---	----

Grupo Experimental = Ge = Procesos del centro de datos

Observación Nr01 = O1 = Medición de los Indicadores de los procesos del centro de datos antes de implementar la automatización de operaciones.

Estimulo = X = Implementación de la automatización de operaciones con la metodología ASA.

Observación Nr02 = O2 = Medición de los Indicadores de los procesos del centro de datos después de implementar la automatización de operaciones.

Se aplicará la prueba de normalización de datos para demostrar que los datos obtenidos en O1 y O2 siguen una distribución Normal, para luego proceder a la prueba de t-student two-samples-test que demostrara si hay una mejora significativa en cada uno de los indicadores claves seleccionados.

4. Desarrollo del Proyecto

Para desarrollar el proyecto, se ejecutará una investigación básica para el desarrollo de la metodología ASA para luego demostrar que la metodología aporta mejoras al proceso seleccionado por lo que la investigación pasara de básica a aplicada.

4.1. Desarrollo de la metodología ASA

El principal aporte del presente trabajo de investigación es el desarrollo y aplicación de la nueva metodología ASA, el cual es un consolidado de las mejores prácticas de sistemas de automatización además de proporcionar las actividades, roles y entregables necesarias para la documentación del proyecto.

Como primera referencia, se toma a Ansible en (RedHat, 2022) quien proporciona una solución de automatización de servicios basada en estándares abiertos para la orquestación y cantonización avanzada de recursos desplegados en el centro de datos a través de la siguiente arquitectura de la Figura 2.

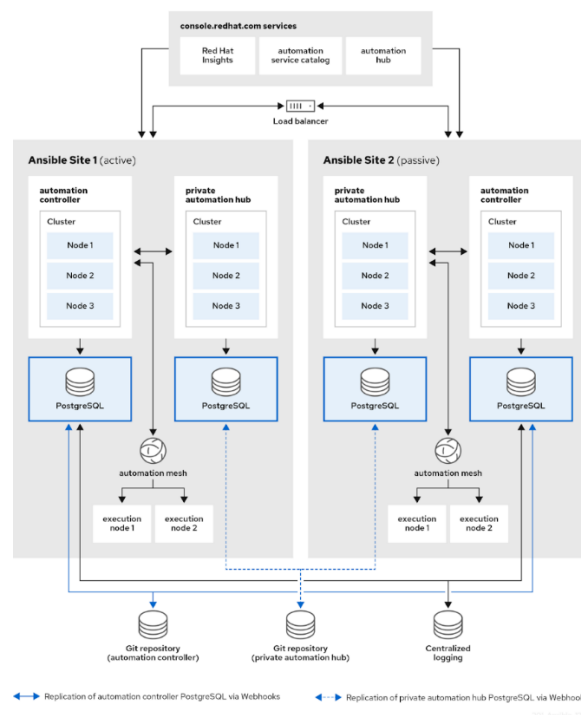


Figura 2. Arquitectura de Ansible. (RedHat, 2022)

La segunda referencia necesaria para el desarrollo de la metodología ASA es la solución Terraform entregada por (Hashicorp, Terraform, 2022) como se muestra en la Figura 3, la cual automatiza las operaciones del centro de datos en diferentes proveedores de servicios y tecnologías de virtualización, contenedores o el cual se realiza a través de la siguiente arquitectura

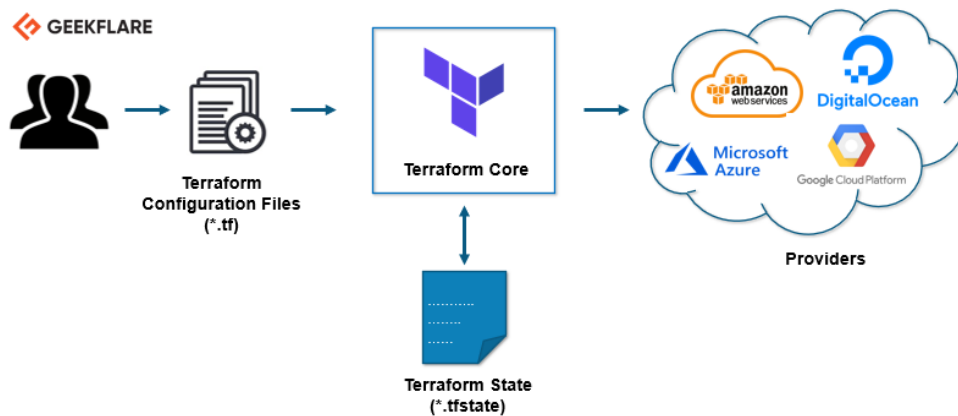


Figura 3. Arquitectura de Terraform. (Hashicorp, 2022)

Finalmente, como última referencia que aporta a la metodología ASA, se presenta a Packer también entregada por (Hashicorp, Packer, 2022) el cual permite la customización de plantillas o imágenes de aprovisionamiento de infraestructura, aportando a la metodología ASA una base de operaciones desplegada con buenas prácticas de aprovisionamiento y aseguramiento de plataforma a través de la siguiente arquitectura descrita en la Figura 4, que ya incluye el componente (Hashicorp, Terraform, 2022)

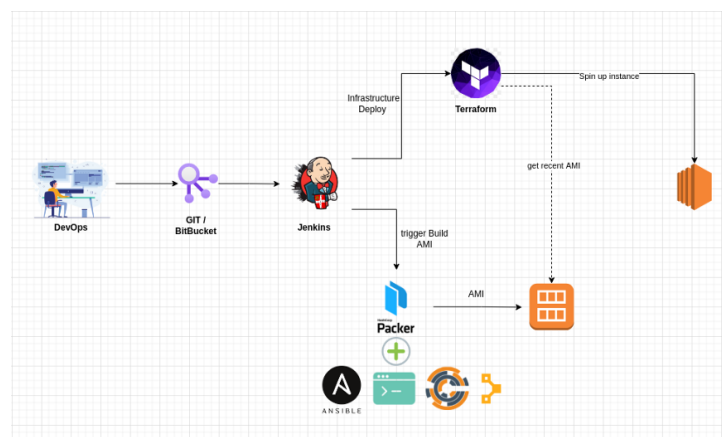


Figura 4. Arquitectura de Packer con Terraform. (Hashicorp, 2022)

Considerando las 3 soluciones tecnológicas mencionadas, se desarrolla una solución conjunta donde las 3 soluciones trabajen en una sola con la siguiente arquitectura, donde cada solución agrega funcionalidades específicas como se muestra en la Figura 5.

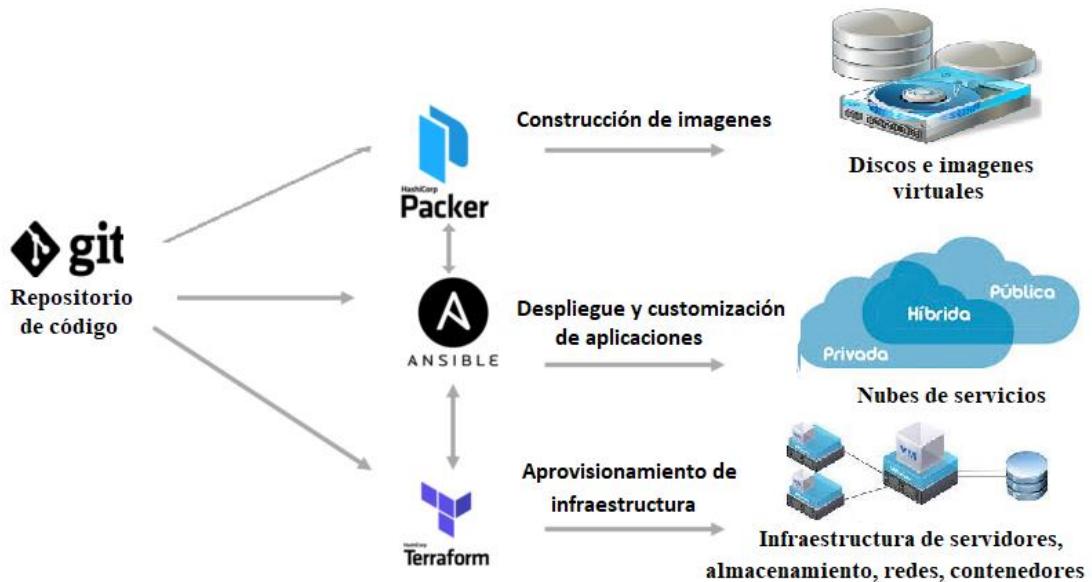


Figura 5. Arquitectura general (Elaboración propia)

4.2. Descripción de la metodología ASA

Para el desarrollo e implementación de este proyecto se han realizado diferentes comparaciones de modelos y soluciones de automatización de operaciones con tecnologías basadas en estándares abiertos, de tal manera que se llegó a una solución basada en capas que permita obtener lo mejor de cada tecnología y llegar a una metodología de consenso que llamaremos ASA y está basada en las siguientes fases.

A continuación, se describen el detalle de las fases, así como las actividades, entregables y roles en de cada una

Análisis de requerimientos: en esta fase se identifica las necesidades de automatización de la empresa para determinar si las necesidades son cubiertas por la metodología ASA.

- **Actividades**
 - **Identificar los requerimientos de automatización:**

A través de los instrumentos de recolección de datos como cuestionarios, tablas de Excel, encuestas y fichas de recolección, se documentan los requerimientos de la infraestructura a automatizar especificando los sistemas, aplicaciones o componentes críticos del proceso.

- **Analizar los procesos a automatizar:**

Con la información recolectada se analizan los procesos del centro de datos identificando los factores críticos determinando las entradas y salidas del proceso.

- **Evaluar los dominios tecnológicos a implementar:**

Se capturan los requerimientos de los dominios de computo, redes y almacenamiento a fin de determinar cómo serán automatizados en fases posteriores de la metodología.

- **Presentar el informe de evaluación de infraestructura propuesta:**

La fase finaliza con el hito de entrega del informe de evaluación, siendo importante que el informe demuestre una evaluación independiente de la tecnología aplicando estándares abiertos y seleccionando la más adecuada a la realidad de la empresa.

- **Entregables**

- **Informe de evaluación de automatización:**

Se presentará el informe de evaluación final con las conclusiones y recomendaciones del análisis de requerimientos.

- **Roles**

- **Analista de infraestructura de centros de datos:**

Encargado de capturar los requerimientos de infraestructura, analizar la información de los dominios tecnológicos y determinar cuál es la alternativa tecnológica más adecuada que permita cumplir los requerimientos de automatización.

Diseño de la arquitectura: en esta fase se deben definir los diseños de los motores de automatización y definir las funcionalidades claves de la solución que serán implementadas en fases posteriores.

- **Actividades**

- **Validar requerimientos de la plataforma de automatización:**

Los requerimientos deben validarse de tal manera que sean soportados con la infraestructura actualmente implementada, verificando cualquier restricción tecnológica en las aplicaciones a automatizar.

- **Elaborar el diseño de alta disponibilidad de la plataforma:**

Se diseña la arquitectura en términos de alta disponibilidad y escalabilidad de la plataforma, se considera una arquitectura contenerizada, por ello se debe garantizar los recursos para que los contenedores de servicios tengan redundancia.

- **Elaborar el diseño de integración de los componentes ansible, packer y terraforms:**

Se detalla cómo se integrará los productos Ansible, packer y terraform para elaborar una configuración compartida en un repositorio del tipo git que consolide los parámetros globales.

- **Elaborar el diseño integral de la plataforma de automatización:**

Se integra los componentes de automatización con los componentes del centro de datos virtualizado o contenerizado para elaborar el diseño general integrado.

- **Elaborar el plan de despliegue de elementos de automatización:**

Se elabora el plan de implementación considerando todos los componentes incluyendo dependencias entre ellos.

- **Entregables**

- **Diseño de componentes:**

Describe el diseño de los componentes de automatización Ansible, packer y Terraforms

- **Diseño de integración:**

Describe las interrelaciones de los componentes de automatización con el del centro de datos.

- **Diseño general:**

Describe el diseño general de la solución.

- **Roles**

- **Especialista de plataforma de automatización:**

Encargado de elaborar los diseños de componentes, integración y general.

- **Especialista en procesos del centro de datos:**

Identifica los procesos a automatizar y apoya al especialista en automatización con las entradas y salidas del proceso y de ser necesario mejora el proceso reemplazando operaciones manuales con operaciones automatizadas.

- **Especialista en gestión de proyectos de TI:**

Apoya con la elaboración y control del plan de despliegue.

Implementación de plataforma: en esta fase se implementa la plataforma base de automatización que cumpla con los requisitos de la fase de requerimientos tomando en cuenta los diseños de la fase anterior.

- **Actividades**

- **Implementar las soluciones tecnológicas de cada dominio:**

Se debe instalar las soluciones de packer y terraforms sobre la plataforma de contenedores con el diseño acordado con un repositorio de git que centralice la configuración de automatización.

- **Implementar el gestor de automatización:**

Se debe implementar la solución de Ansible como orquestador de todas las herramientas de automatización para la solución.

- **Elaborar el informe general de implementación:**

Se elabora el informe de implementación consolidando todas las configuraciones y especificando como se cumplen todos los alcances.

- **Implementar los planes de automatización:**

Se migran todas las operaciones de automatización total o parcial que ya existen en la infraestructura como batcheros, scripts, programas remotos, etc., hacia la plataforma de automatización nueva.

- **Entregables**

- Informe general de implementación:

Es el entregable principal de la fase de implementación requerido para darle conformidad a al despliegue de la plataforma donde se indica el cumplimiento de todos los alcances.

- **Roles**

- **Especialista en plataforma de automatización:**

Encargado de realizar la implementación de todos los componentes de automatización.

- **Especialista en aplicaciones y configuraciones:**

Encargado de integrar las aplicaciones a la plataforma de automatización en colaboración con el especialista de automatización.

Mejora continua: en esta fase se realizan las operaciones de aseguramiento, optimización, actualización, corrección y cualquier operación de mejora continua en la plataforma de automatización.

Mejora continua

- **Actividades**

- **Ejecutar procedimientos de aseguramiento de plataforma:**

Consultar en bases de datos de ciberseguridad, las vulnerabilidades comúnmente expuestas relacionadas a las aplicaciones y plataformas para que puedan ser aplicadas desde la solución de automatización integrada:

- **Ejecutar procedimientos de respaldo y monitoreo de plataforma:**

Integrar la plataforma de automatización con las soluciones de monitoreo y respaldos para ejecutar los planes de respaldo y facilitar las restauraciones cumpliendo con los límites de tiempo definidos en el RPO y RTO de la empresa.

- **Ejecutar planes de corrección y actualización de plataforma:**

Evaluar, descargar y aplicar las bugfixes, erratas, parches de seguridad, parches de mejora y cualquier actualización necesaria en la plataforma. Estas actualizaciones se clasificarán según su criticidad para ser aplicadas de forma inmediata o consolidadas en un proceso programado el siguiente mantenimiento.

- **Entregables**

- **Procedimientos de mejora continua:**

Documentación sobre como actualizar y ejecutar las operaciones de mantenimiento del centro de datos de cara a mejorar los procesos.

- **Roles**

- **Especialista en plataforma de automatización:**

Encargado de realizar, ejecutar y modificar las configuraciones de mejora continua dentro de la plataforma de automatización.

- **Operador de plataforma de automatización:**

Encargado de ejecutar las operaciones de mantenimiento de la plataforma de automatización, no modifica los programas de automatización, solo los ejecuta y valida su correcta ejecución.

Además de las fases de la metodología también se crean dominios de automatización, donde cada dominio se enfoca a una tecnología específica la cual la primera es obligatoria y las dos últimas opcionales, dichos dominios son los siguientes:

Gestión de automatización: Se realizan las operaciones de automatización de aplicaciones y configuraciones requeridas en el centro de datos además de la orquestación de otras soluciones requeridas en el modelo de automatización.

Gestión de componentes: Se construyen los componentes requeridos por la automatización, como discos de sistemas operativos, imágenes de instalación, códigos fuentes de programas y otros componentes presentes en el centro de datos.

Gestión de infraestructura: Se despliegan los componentes creados en el dominio anterior en las plataformas de virtualización, contenedores, nube pública o privada disponible en el centro de datos.

4.3. Aplicación de la metodología ASA

A continuación, en la Tabla 2, se presentan los resultados de los experimentos de Pre-Prueba y Post-Prueba, antes y después de aplicar la metodología ASA en 30 repeticiones del proceso a través de una prueba de concepto en una empresa.

Tabla 2. Presentacion de datos

Numero	Indicador 01:		Indicador 02:		Indicador 03:		Indicador 04:		Indicador 05:	
	PrePrueba	PostPrueba	PrePrueba	PostPrueba	PrePrueba	PostPrueba	PrePrueba	PostPrueba	PrePrueba	PostPrueba
1	37	33	2700	2300	72	68	68	80	7	5
2	29	28	2400	2100	75	72	65	79	7	4
3	31	26	2300	1700	66	62	75	81	15	10
4	33	32	1800	1500	63	56	77	89	6	5
5	27	22	2300	2000	68	58	64	75	9	4
6	32	31	2200	1600	70	60	65	77	13	12

	Indicador 01:		Indicador 02:		Indicador 03:		Indicador 04:		Indicador 05:	
	Tiempo del proceso		Costo del proceso		Índice de complejidad		Índice de efectividad		Porcentaje de errores	
	(horas)		(Euros)							
7	31	30	3200	2700	69	64	69	77	12	7
8	35	33	2200	1700	75	66	80	86	11	9
9	26	24	3100	2500	61	51	66	71	13	12
10	35	30	3400	2900	60	57	68	80	14	11
11	40	38	2900	2400	70	64	68	73	13	9
12	35	32	2300	1900	62	59	69	84	13	12
13	28	27	1500	1100	66	62	70	80	9	8
14	26	21	2600	2100	66	62	67	82	5	4
15	30	25	1800	1200	70	62	78	86	11	6
16	25	24	1700	1200	75	67	72	77	12	8

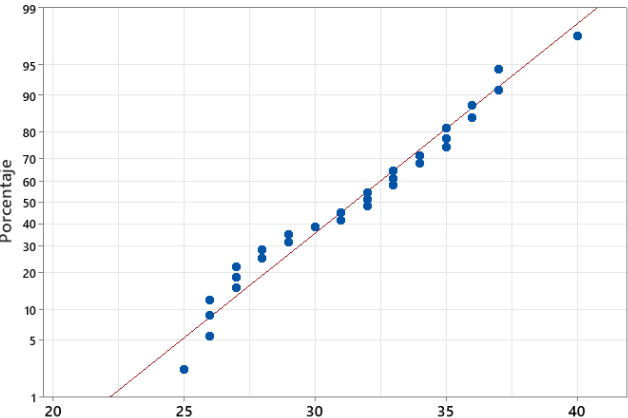
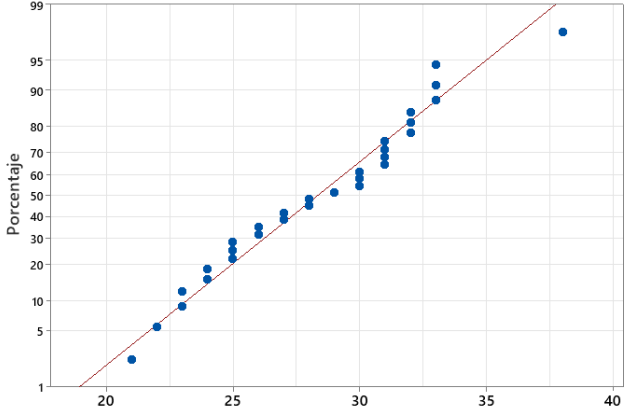
	Indicador 01:		Indicador 02:		Indicador 03:		Indicador 04:		Indicador 05:	
	Tiempo del proceso		Costo del proceso		Índice de complejidad		Índice de efectividad		Porcentaje de errores	
	(horas)		(Euros)							
17	32	31	2400	1800	69	63	67	80	15	14
18	33	28	2400	1800	74	71	76	82	9	7
19	27	23	2000	1500	72	69	66	73	11	6
20	28	25	3500	3200	61	56	63	78	10	9
21	27	26	3500	3100	60	54	75	81	14	12
22	34	31	2600	2000	67	62	64	79	7	5
23	34	30	2500	2000	66	61	64	79	6	4
24	36	32	1700	1300	69	59	71	79	9	4
25	26	23	2100	1700	75	68	76	83	8	6
26	36	31	3400	3000	75	71	75	89	12	7

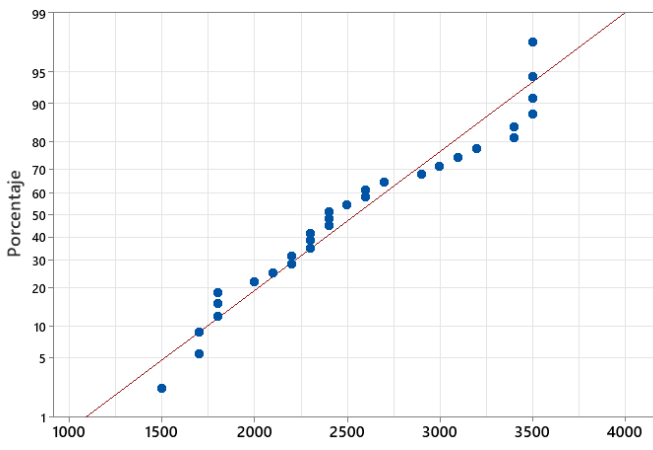
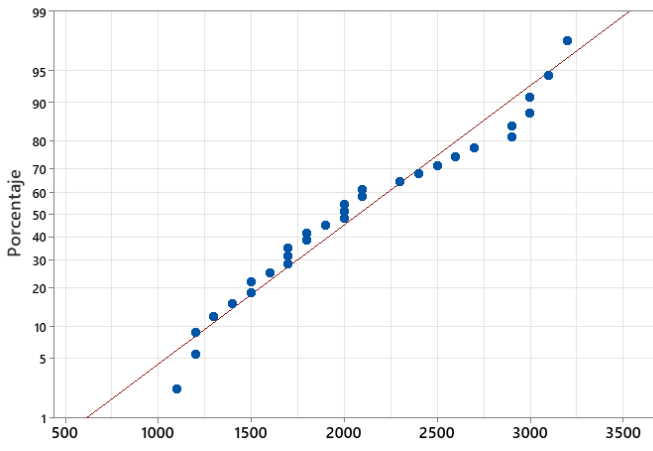
	Indicador 01: Tiempo del proceso (horas)		Indicador 02: Costo del proceso (Euros)		Indicador 03: Índice de complejidad		Indicador 04: Índice de efectividad		Indicador 05: Porcentaje de errores	
27	33	29	1800	1400	60	52	60	66	9	6
28	32	27	3500	2900	67	63	78	89	12	7
29	37	33	3000	2600	66	61	78	93	11	9
30	29	25	3500	3000	74	70	70	82	10	8

Elaboración propia

Usando los valores de cada indicador, se realiza las pruebas de normalidad de datos de cada indicador a fin de determinar si los datos siguen una distribución normal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Pruebas de normalidad

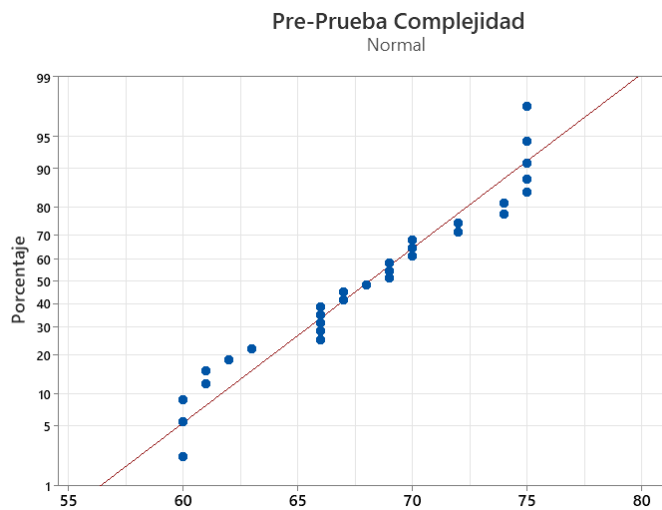
Indicador	Prueba de normalidad	Conclusión
<p>Indicador 01:</p> <p>Pre-Prueba</p> <p>Tiempo del proceso (horas)</p>	<p style="text-align: center;">Pre-Prueba Tiempo Normal</p> 	<p>El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05$; $p = 0.326$), que el tiempo del proceso en la Pre-Prueba si presenta una distribución normal.</p>
<p>Indicador 01:</p> <p>Post-Prueba</p> <p>Tiempo del proceso (horas)</p>	<p style="text-align: center;">Post-Prueba Tiempo Normal</p> 	<p>El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05$; $p = 0.305$), que el tiempo del proceso en la Post-Prueba si presenta una distribución normal.</p>

Indicador	Prueba de normalidad	Conclusión
Indicador 02: Pre-Prueba Costo del proceso (Euros)	<p style="text-align: center;">Pre-Prueba Costo Normal</p> 	<p>El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05; p = 0.096$), que el costo del proceso en la Pre-Prueba si presenta una distribución normal.</p>
Indicador 02: Post-Prueba Costo del proceso (Euros)	<p style="text-align: center;">Post-Prueba Costo Normal</p> 	<p>El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05; p = 0.182$), que el costo del proceso en la Post-Prueba si presenta una distribución normal.</p>

Indicador	Prueba de normalidad	Conclusión
-----------	----------------------	------------

Indicador 03:

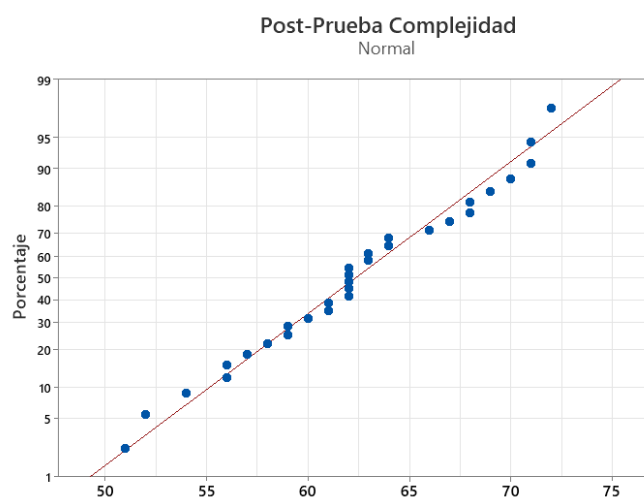
Pre-Prueba
 Índice de
 complejidad



El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05; p = 0.102$), que la complejidad del proceso en la Pre-Prueba si presenta una distribución normal.

Indicador 03:

Post-Prueba
 Índice de
 complejidad



El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05; p = 0.674$), que la complejidad del proceso en la Post-Prueba si presenta una distribución normal.

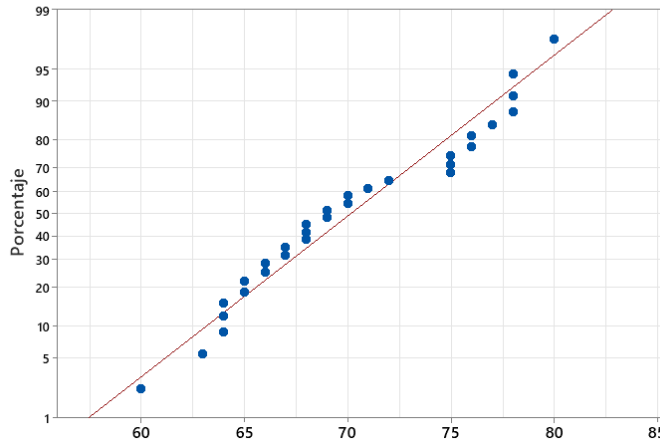
Indicador	Prueba de normalidad	Conclusión
-----------	----------------------	------------

Indicador 04:

Pre-Prueba

Indicé de efectividad

Pre-Prueba Efectividad
Normal



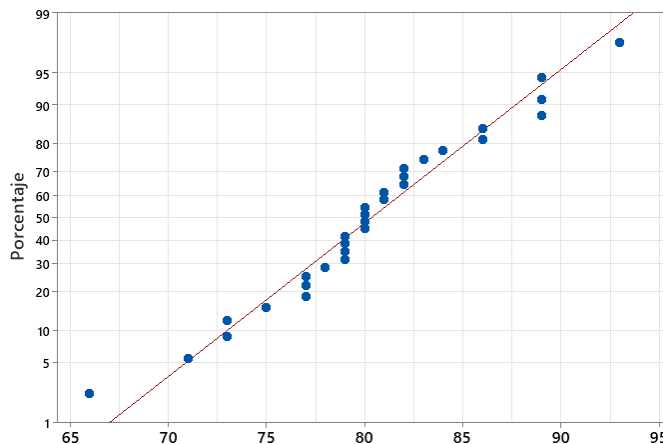
El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05; p = 0.083$), que la efectividad del proceso en la Pre-Prueba si presenta una distribución normal.

Indicador 04:

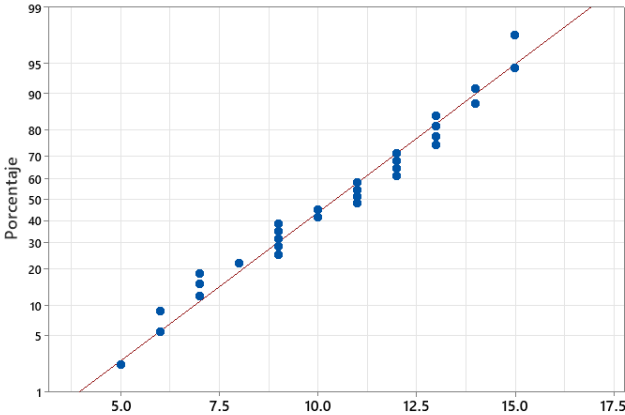
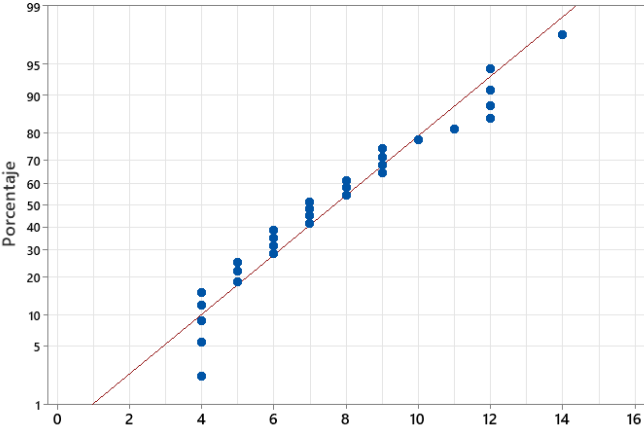
Post-Prueba

Indicé de efectividad

Post-Prueba Efectividad
Normal



El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05; p = 0.316$), que la efectividad del proceso en la Post-Prueba si presenta una distribución normal.

Indicador	Prueba de normalidad	Conclusión
Indicador 05: Pre-Prueba Porcentaje de errores	<p style="text-align: center;">Pre-Prueba Errores Normal</p> 	El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05; p = 0.371$), que el porcentaje de errores del proceso en la Pre-Prueba si presenta una distribución normal.
Indicador 05: Post-Prueba Porcentaje de errores	<p style="text-align: center;">Post-Prueba Errores Normal</p> 	El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ($p > 0.05; p = 0.091$), que el porcentaje de errores del proceso en la Post-Prueba si presenta una distribución normal.

Elaboración propia

Una vez terminada las pruebas de normalidad de datos, se aplica la prueba estadística t-stundet two-sample-test para hacer la contratación de las hipótesis específicas y determinar si son estadísticamente relevante en el objetivo de mejora

Ha1: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a reducir los tiempos de los procesos del centro de datos.

Ho1: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA no contribuirá a reducir los tiempos de los procesos del centro de datos.

μ_1 = Media de los tiempos en la PrePrueba y μ_2 = Media de los tiempos en la PostPrueba

Ho1: $\mu_1 \leq \mu_2$ y Ha1: $\mu_1 > \mu_2$

Se muestran los cálculos en la Tabla 4.

Tabla 4. Prueba estadística del indicador tiempo

	Pre-Prueba	Post-Prueba
Media	31.47	28.33
Desviación Estándar	4.00	4.04
Observaciones (n)		30
Diferencia hipotética de las medias		3.13
Valor t		3.02
Valor p		0.004

Elaboración propia

Puesto que el valor-p < 0.05, los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (Ho1), por lo tanto, la hipótesis alterna (Ha1) es cierta.

Ha2: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a disminuir los costos de los procesos del centro de datos.

Ho2: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA no contribuirá a disminuir los costos de los procesos del centro de datos.

μ_1 = Media de los costos en la PrePrueba y μ_2 = Media de los costos en la PostPrueba

Ho2: $\mu_1 \leq \mu_2$ y Ha2: $\mu_1 > \mu_2$

Se muestran los cálculos en la Tabla 5.

Tabla 5. Prueba estadística del indicador costo

	Pre-Prueba	Post-Prueba
Media	2543	2073
Desviación Estándar	626	628
Observaciones (n)		30
Diferencia hipotética de las medias		470
Valor t		2.90
Valor p		0.005

Elaboración propia

Puesto que el valor-p < 0.05, los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (Ho2), por lo tanto, la hipótesis alterna (Ha2) es cierta.

Ha3: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a reducir la complejidad de los procesos del centro de datos.

Ho3: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA no contribuirá a reducir la complejidad de los procesos del centro de datos.

μ_1 = Media de los índices en la PrePrueba y μ_2 = Media de los índices en la PostPrueba

Ho3: $\mu_1 \leq \mu_2$ y Ha3: $\mu_1 > \mu_2$

Se muestran los cálculos en la Tabla 6.

Tabla 6. Prueba estadística del indicador complejidad

	Pre-Prueba	Post-Prueba
Media	68.10	62.33
Desviación Estándar	5.04	5.62
Observaciones (n)	30	
Diferencia hipotética de las medias	5.77	
Valor t	4.18	
Valor p	0.000	

Elaboración propia

Puesto que el valor-p < 0.05, los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (Ho3), por lo tanto, la hipótesis alterna (Ha3) es cierta.

Ha4: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a aumentar la efectividad de los procesos del centro de datos.

Ho4: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA no contribuirá a aumentar la efectividad de los procesos del centro de datos.

μ_1 = Media de los índices en la PrePrueba y μ_2 = Media de los índices en la PostPrueba

Ho4: $\mu_1 \geq \mu_2$ y Ha4: $\mu_1 < \mu_2$

Se muestran los cálculos en la Tabla 7.

Tabla 7. Prueba estadística del indicador efectividad

	Pre-Prueba	Post-Prueba
Media	70.13	80.33
Desviación Estándar	5.46	5.74
Observaciones (n)	30	
Diferencia hipotética de las medias	10.20	
Valor t	7.06	
Valor p	0.000	

Elaboración propia

Puesto que el valor-p < 0.05, los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (Ho4), por lo tanto, la hipótesis alterna (Ha4) es cierta.

Ha5: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA contribuirá a minimizar los errores en los procesos del centro de datos.

Ho5: La implementación de la automatización de operaciones aplicando metodología ASA no contribuirá a minimizar los errores en los procesos del centro de datos.

μ_1 = Media de los errores en la PrePrueba y μ_2 = Media de los errores en la PostPrueba

Ho5: $\mu_1 \leq \mu_2$ y Ha5: $\mu_1 > \mu_2$

Se muestran los cálculos en la Tabla 8.

Tabla 8. Prueba estadística del indicador errores

	Pre-Prueba	Post-Prueba
Media	10.43	7.67
Desviación Estándar	2.79	2.88
Observaciones (n)	30	
Diferencia hipotética de las medias	2.767	
Valor t	3.78	
Valor p	0.000	

Elaboración propia

Puesto que el valor-p < 0.05, los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (Ho5), por lo tanto, la hipótesis alterna (Ha5) es cierta.

Al demostrar las cinco hipótesis específicas como ciertas, se puede afirmar que la hipótesis general también es cierta.

En la Tabla 9 se presenta los resultados de las 30 mediciones del tiempo del proceso de automatización de operaciones del centro de datos con respecto al objetivo definido en la Tabla 1.

Tabla 9. Resultados del indicador tiempo

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce el tiempo	Cumple el objetivo
1	37	33	Si	No
2	29	28	Si	Si
3	31	26	Si	Si
4	33	32	Si	Si
5	27	22	Si	Si
6	32	31	Si	Si
7	31	30	Si	Si
8	35	33	Si	No
9	26	24	Si	Si
10	35	30	Si	Si
11	40	38	Si	No
12	35	32	Si	Si
13	28	27	Si	Si
14	26	21	Si	Si
15	30	25	Si	Si
16	25	24	Si	Si
17	32	31	Si	Si
18	33	28	Si	Si
19	27	23	Si	Si
20	28	25	Si	Si

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce el tiempo	Cumple el objetivo
21	27	26	Si	Si
22	34	31	Si	Si
23	34	30	Si	Si
24	36	32	Si	Si
25	26	23	Si	Si
26	36	31	Si	Si
27	33	29	Si	Si
28	32	27	Si	Si
29	37	33	Si	No
30	29	25	Si	Si

Elaboración propia

En la Tabla 10 se presenta los resultados de las 30 mediciones del costo del proceso de automatización de operaciones del centro de datos con respecto al objetivo definido en la Tabla 1.

Tabla 10. Resultados del indicador costo

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce el costo	Cumple el objetivo
1	2700	2300	Si	Si
2	2400	2100	Si	Si
3	2300	1700	Si	Si
4	1800	1500	Si	Si
5	2300	2000	Si	Si
6	2200	1600	Si	Si

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce el costo	Cumple el objetivo
7	3200	2700	Si	No
8	2200	1700	Si	Si
9	3100	2500	Si	Si
10	3400	2900	Si	No
11	2900	2400	Si	Si
12	2300	1900	Si	Si
13	1500	1100	Si	Si
14	2600	2100	Si	Si
15	1800	1200	Si	Si
16	1700	1200	Si	Si
17	2400	1800	Si	Si
18	2400	1800	Si	Si
19	2000	1500	Si	Si
20	3500	3200	Si	No
21	3500	3100	Si	No
22	2600	2000	Si	Si
23	2500	2000	Si	Si
24	1700	1300	Si	Si
25	2100	1700	Si	Si
26	3400	3000	Si	No
27	1800	1400	Si	Si
28	3500	2900	Si	No
29	3000	2600	Si	No

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce el costo	Cumple el objetivo
30	3500	3000	Si	No

Elaboración propia

En la Tabla 11 se presenta los resultados de las 30 mediciones de la complejidad del proceso de automatización de operaciones del centro de datos con respecto al objetivo definido en la Tabla 1.

Tabla 11. Resultados del indicador complejidad

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce la complejidad	Cumple el objetivo
1	72	68	Si	No
2	75	72	Si	No
3	66	62	Si	Si
4	63	56	Si	Si
5	68	58	Si	Si
6	70	60	Si	Si
7	69	64	Si	Si
8	75	66	Si	Si
9	61	51	Si	Si
10	60	57	Si	Si
11	70	64	Si	Si
12	62	59	Si	Si
13	66	62	Si	Si
14	66	62	Si	Si
15	70	62	Si	Si
16	75	67	Si	Si

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce la complejidad	Cumple el objetivo
17	69	63	Si	Si
18	74	71	Si	No
19	72	69	Si	No
20	61	56	Si	Si
21	60	54	Si	Si
22	67	62	Si	Si
23	66	61	Si	Si
24	69	59	Si	Si
25	75	68	Si	No
26	75	71	Si	No
27	60	52	Si	Si
28	67	63	Si	Si
29	66	61	Si	Si
30	74	70	Si	No

Elaboración propia

En la Tabla 12 se presenta los resultados de las 30 mediciones de la efectividad del proceso de automatización de operaciones del centro de datos con respecto al objetivo definido en la Tabla 1.

Tabla 12. Resultados del indicador efectividad

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Aumenta la efectividad	Cumple el objetivo
1	68	80	Si	Si
2	65	79	Si	Si
3	75	81	Si	Si

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Aumenta la efectividad	Cumple el objetivo
4	77	89	Si	Si
5	64	75	Si	Si
6	65	77	Si	Si
7	69	77	Si	Si
8	80	86	Si	Si
9	66	71	Si	No
10	68	80	Si	Si
11	68	73	Si	Si
12	69	84	Si	Si
13	70	80	Si	Si
14	67	82	Si	Si
15	78	86	Si	Si
16	72	77	Si	Si
17	67	80	Si	Si
18	76	82	Si	Si
19	66	73	Si	Si
20	63	78	Si	Si
21	75	81	Si	Si
22	64	79	Si	Si
23	64	79	Si	Si
24	71	79	Si	Si
25	76	83	Si	Si
26	75	89	Si	Si
27	60	66	Si	No

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Aumenta la efectividad	Cumple el objetivo
28	78	89	Si	Si
29	78	93	Si	Si
30	70	82	Si	Si

Elaboración propia

En la Tabla 13 se presenta los resultados de las 30 mediciones de los errores del proceso de automatización de operaciones del centro de datos con respecto al objetivo definido en la Tabla 1.

Tabla 13. Resultados del indicador errores

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce errores	Cumple el objetivo
1	7	5	Si	Si
2	7	4	Si	Si
3	15	10	Si	Si
4	6	5	Si	Si
5	9	4	Si	Si
6	13	12	Si	No
7	12	7	Si	Si
8	11	9	Si	Si
9	13	12	Si	No
10	14	11	Si	No
11	13	9	Si	Si
12	13	12	Si	No
13	9	8	Si	Si
14	5	4	Si	Si

Numero	PrePrueba	PostPrueba	Reduce errores	Cumple el objetivo
15	11	6	Si	Si
16	12	8	Si	Si
17	15	14	Si	No
18	9	7	Si	Si
19	11	6	Si	Si
20	10	9	Si	Si
21	14	12	Si	No
22	7	5	Si	Si
23	6	4	Si	Si
24	9	4	Si	Si
25	8	6	Si	Si
26	12	7	Si	Si
27	9	6	Si	Si
28	12	7	Si	Si
29	11	9	Si	Si
30	10	8	Si	Si

Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 14, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología ASA de forma resumida con los objetivos de mejora y cuantas mediciones de las 30 efectuadas cumplen dichos objetivos.

Tabla 14. Resultados de la aplicación de metodología ASA

Indicador	Resultados
Tiempo del proceso (horas)	<p>En promedio los resultados de la Post-Prueba con respecto a la Pre-Prueba se redujeron en 10.00% del tiempo.</p> <p>El 100% de los resultados de la Post-Prueba son menores que la Pre-prueba.</p> <p>El 86.67% de los resultados de la Post-Prueba cumplen el objetivo planteado en la Tabla 1.</p>
Costo del proceso (Euros)	<p>En promedio los resultados de la Post-Prueba con respecto a la Pre-Prueba se redujeron en 18.48% del costo.</p> <p>El 100% de los resultados de la Post-Prueba son menores que la Pre-prueba.</p> <p>El 73.33% de los resultados de la Post-Prueba cumplen el objetivo planteado en la Tabla 1.</p>
Índice de complejidad	<p>En promedio los resultados de la Post-Prueba con respecto a la Pre-Prueba se redujeron en 8.47% de la complejidad.</p> <p>El 100% de los resultados de la Post-Prueba son menores que la Pre-prueba.</p>

Indicador	Resultados
Indicé de efectividad	<p>El 76.67% de los resultados de la Post-Prueba cumplen el objetivo planteado en la Tabla 1.</p> <p>En promedio los resultados de la Post-Prueba con respecto a la Pre-Prueba se incrementaron en 14.54% de la efectividad</p> <p>El 100% de los resultados de la Post-Prueba son mayores que la Pre-prueba.</p> <p>El 90% de los resultados de la Post-Prueba cumplen el objetivo planteado en la Tabla 1.</p>
Porcentaje de errores	<p>En promedio los resultados de la Post-Prueba con respecto a la Pre-Prueba se redujeron en 26.52% de los errores.</p> <p>El 100% de los resultados de la Post-Prueba son menores que la Pre-prueba.</p> <p>El 80% de los resultados de la Post-Prueba cumplen el objetivo planteado en la Tabla 1.</p>

Elaboración propia

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

En esta última sección, se describe las conclusiones de la investigación, así como los beneficios concretos de la implementación de la metodología ASA además de sugerir mejoras a futuro en la presente investigación

5.1. Conclusiones

A través de la metodología propuesta se cuenta con un marco metodológico nuevo que consolida las tecnologías de automatización de código abierto, integradas de tal manera que permite conducir de forma ordenada el proceso de automatización de operaciones en el centro de datos, superando la problemática de no contar con una referencia independiente de la tecnología implementada en los centros de datos, así como obtener mejoras concretas en el proceso.

Como resultado de la implementación de la metodología ASA, se logró el objetivo de reducir el tiempo del proceso de automatización de operaciones en el centro de datos en 10%.

Como resultado de la implementación de la metodología ASA, se logró el objetivo de reducir el costo del proceso de automatización de operaciones en el centro de datos en 18.48%.

Como resultado de la implementación de la metodología ASA, se logró el objetivo de reducir la complejidad del proceso de automatización de operaciones en el centro de datos en 8.47%.

Como resultado de la implementación de la metodología ASA, se logró el objetivo de aumentar la efectividad del proceso de automatización de operaciones en el centro de datos en 14.54%.

Como resultado de la implementación de la metodología ASA, se logró el objetivo de reducir los errores del proceso de automatización de operaciones en el centro de datos en 26.52%.

Con la aplicación de la metodología ASA en el centro de datos se obtuvo mejoras en todos los indicadores de medición, teniendo un promedio general del 15.60% de mejora y alcanzando la mejora en todos los casos de la post-prueba con respecto a la pre-prueba.

El desarrollo de la metodología ASA genera un aporte al conocimiento en el campo de las tecnologías de la información, permitiendo dar un punto de partida a otras investigaciones

enfocadas a la implementación de soluciones tecnológicas sin una metodología enfocada a los estándares abiertos de la industria.

5.2. Líneas de Trabajo Futuro

La presente investigación incluye el dominio de seguridad de la información, sin embargo, al estar enfocado en el centro de datos no tiene una especialización en las aplicaciones críticas, como trabajo futuro se puede clasificar las aplicaciones por el tipo de datos que gestionan y elaborar sub-dominios dentro de la metodología ASA que generen nuevas actividades enfocadas a estas aplicaciones.

La metodología ASA apoya el proceso de implementación de las tecnologías de la automatización el centro de datos, apoyando la continuidad de servicios, sin embargo, no cuenta con apartados que detallen como recuperar el centro de datos principal en un centro de datos de contingencia, por ello se propone como trabajo futuro integrarse en mayor medida a la ISO 22301 de continuidad de negocio para ampliar el alcance de la metodología.

Considerando que las nuevas aplicaciones empresariales tienen una tendencia a ser desarrolladas como micro servicios, se sugiere ampliar la investigación para obtener mayores beneficios con el uso de herramientas de desarrollo continuo y contenedores empresariales, los cuales tiene un tratamiento diferente a las plataformas de hiperconvergencia y virtualización.

El modelo de implementación de la presente investigación se basa en la integración de las soluciones Ansible, Packer y Terraform, dejando como trabajo futuro la integración de soluciones complementarias como Chef, Puppet o cualquier otra solución que aporten al modelo.

Referencias bibliográficas

- Angeli, J. (29 de 06 de 2018). *¿Qué es el mapeo de procesos AS IS/TO BE?* Obtenido de <https://www.neomind.com.br/es/blog/que-es-el-mapeo-de-procesos-as-is-to-be/#:~:text=El%20Mapeo%20de%20procesos%20AS%20IS%20%2F%20TO%20BE%20es%20una,actividades%20del%20d%C3%ADa%20a%20d%C3%ADa>.
- Arizola, P., & Chávez, J. (2020). Virtualización de servidores con VMWARE VSPHERE 6.5 para optimizar los procesos del servicio de automatización en la empresa TIC Integrity G&V SAC. *[Trabajo de titulación]*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3612>
- Banda, R. (2022). Automatización pruebas de calidad de código para las aplicaciones web con herramientas de código abierto. *[Trabajo de titulación]*. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/items/0c7d1c68-b079-4e72-85e1-efda2f1683ae/full>
- Berbel, J. (2021). Automatización de la gestión de la infraestructura en entorno cloud. *[Trabajo de titulación]*. Universidad de la Coruña, La Coruña. Obtenido de <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/28878>
- Bosch, R. (2020). Proyecto de automatización de una infraestructura web. *[Trabajo de grado]*. Escuela Politécnica Superior, Madrid. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11201/152109>
- Canosa, R. (2018). Estrategias de optimización para la gestión de recursos en nubes basadas en contenedores. *[Trabajo de fin de master]*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Tijuana. Obtenido de <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/2427>
- Castro, Y. (2021). Seguridad informática en el sistema Operativo LINUX en sus diversas distribuciones aplicadas a las tecnologías de la información. *[Trabajo de titulación]*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40342>
- Chacón, L. (2022). Diseño, desarrollo e implementación de una arquitectura GitOps que integre infraestructura basada en código desplegadas en plataformas IaaS. *[Trabajo de*


- titulación*]. Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22397>
- Chafra, J., & Silva, S. (2018). Tendencias tecnológicas para la modernización de centro de datos y propuesta de una arquitectura de data center moderno. *Recimundo*, 3-30. doi:<https://doi.org/10.26820/recimundo/2.esp.2018.3-30>
- Dominguez, L., & Vargas, M. (2021). Herramientas de infraestructura como código; ansible, terraform, chef, puppet. *Revista de I+D Tecnológico*, 1-5. doi:<https://doi.org/10.33412/idt.v17.2.3143>
- EcuRed. (10 de Enero de 2022). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Metodologias_de_desarrollo_de_Software
- Gartner. (25 de 05 de 2022). *Manage Robotic Process Automation*. Obtenido de <https://www.gartner.com/en/finance/trends/robotic-process-automation>
- Guerrero, M., & Pineda, G. (22 de Abril de 2022). *DatacenterDynamics*. Obtenido de <https://www.datacenterdynamics.com/es/features/podr%C3%A1n-los-data-centers-seguirle-el-ritmo-a-los-avances-tecnol%C3%B3gicos/>
- Hashicorp. (24 de 05 de 2022). *Packer*. Obtenido de <https://www.packer.io/>
- Hashicorp. (24 de 05 de 2022). *Terraform*. Obtenido de <https://www.terraform.io/>
- Huerlo, J. (2021). Terraform Como Herramienta Para Automatizar La Creación De Infraestructuras Siguiendo El Concepto Infraestructura Como Código. *[Trabajo de titulación]*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Esmeraldas. Obtenido de <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/2602>
- lñiguez, L. (2017). Arquitectura tecnológica para la entrega continua de software con despliegue en contenedores. *[Trabajo de fin de master]*. Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28529>
- ISO. (26 de 05 de 2022). *International Organization for Standardization*. Obtenido de <https://www.iso.org>
- Lizarraga, E., & Ponce, Y. (2021). Implementación de un servidor de monitoreo para optimizar la gestión de servicios TI en la empresa Precisa. *[Trabajo de titulación]*. Universidad

- César Vallejo, Callao. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79020>
- Loo, F., & Rojas, C. (2018). Modelo de migración a la nube de los servidores de un data center. *[Trabajo de titulación]*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625252>
- López, A. (2020). Despliegue de aplicaciones escalables con Kubernetes. *[Trabajo de titulación]*. Universidad de Almería, Almería. Obtenido de <http://repositorio.ual.es/handle/10835/9871?locale-attribute=en>
- Mínguez, C. (04 de Mayo de 2022). *Tecnologías de la información y comunicación*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/TIC/Articulos/385132-Centros-de-datos-el-cimiento-sobre-el-que-se-desarrolla-y-sostiene-la-economia-digital.html>
- Payá, A. (2021). Sistemas para el despliegue automatizado de configuraciones de seguridad con detección temprana de errores. *[Trabajo de fin de master]*. Universidad de Oviedo, Oviedo. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10651/60335>
- PMI. (2021). *Project Management Base Of Knowledge* (7 ed.).
- Rázuri, A. (2019). Desarrollo de un Sistema de Gestión de Continuidad de Negocio en una entidad financiera, basado en la ISO 22301. *[Trabajo de titulación]*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10726>
- RedHat. (24 de 05 de 2022). *Ansible*. Obtenido de <https://www.ansible.com>
- Sainz, R. (2020). Automatización de Infraestructura para Orquestación, Gestión y Monitorización de Aplicaciones basadas en Contenedores en el dominio IoT Edge y Despliegue Continuo de Software. *[Trabajo de fin de master]*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Obtenido de <https://oa.upm.es/62745/>
- Sánchez, M. (2018). Despliegue automatizado de infraestructura de Microservicios y prueba de concepto de su funcionamiento. *[Trabajo de fin de master]*. Universidad de Granada, Granada. Obtenido de <https://fddocuments.es/document/trabajo-fin-de-master-ingeniera-de-jorgenavarrothesis2018tfmmanuel>

- Toromoreno, I. (2021). Demostración de proceso devops para el desarrollo de una aplicación web: sistema de donación de recursos. *[Trabajo de titulación]*. Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21948>
- Vega, J., & Sánchez, F. (2020). Red de monitorización para automatizar el sistema de enfriamiento de un centro de datos. *Ingenius*, 87-96. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n24.2020.09>
- Yunga, A. (2018). Implementación del provisionamiento automático de configuraciones (Network Automation) en infraestructuras multivendor con Ansible. *[Trabajo de titulación]*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10935>

Anexo A. Formato de informe

Se presenta la plantilla de informe en la Figura 6.

 Entregable: << >>			
Responsable: << >>			
Contenido:			
Tabla 01:			
	ABC	CDE	FGH
Ítem 01	20	18	17
Ítem 02	15	19	18
Ítem 03	17	18	19
Conclusiones del entregable:			
YYYYYYYY			

Aprobado por << >>

Figura 6. Formato de plantilla (Elaboración propia)