



## **ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

### **MODELO DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE SOFTWARE**

**Línea de investigación:**  
**Ingeniería de software, simulación y desarrollo de TICs**

Tesis para optar el Grado Académico de Doctora en Ingeniería de Sistemas

#### **Autora**

Chicasaca Arpita, Carmen Rosa

#### **Asesor**

Rodriguez Rodriguez, Ciro

ORCID: 0000-0003-2112-1349

#### **Jurado**

Cachay Boza, Orestes

Sotelo Antaurco, Santos Ciriaco

Lezama Gonzales, Pedro Martin

**Lima - Perú**

**2026**

# MODELO DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE SOFTWARE

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal

Trabajo del estudiante

12%

2

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

aleph23.uned.ac.cr

Fuente de Internet

1%

4

www.credly.com

Fuente de Internet

1%

5

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1%

6

reunir.unir.net

Fuente de Internet

<1%

7

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1%

8

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

9

issuu.com

Fuente de Internet

<1%

10

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

11

Submitted to Universidad Internacional de la Rioja

Trabajo del estudiante

<1%

12

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

13

oa.upm.es

Fuente de Internet

<1%

repositorio.autonoma.edu.pe



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

**MODELO DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE  
OPERACIONES PARA EL PROCESO DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE SOFTWARE**

**Línea de Investigación:**

Ingeniería de software, simulación y desarrollo de TICs

Tesis para optar el Grado Académico de  
Doctora en Ingeniería de Sistemas

**Autor**

Chicasaca Arpita, Carmen Rosa

**Asesor**

Rodriguez Rodriguez, Ciro  
ORCID: 0000-0003-2112-1349

**Jurado**

Cachay Boza, Orestes  
Sotelo Antaurco, Santos Ciriaco  
Lezama Gonzales, Pedro Martin

**Lima-Perú**

**2026**

**Título**

Modelo de implementación para la automatización de operaciones para el proceso de ejecución de pruebas de software

**Autor**

Mg. Chicasaca Arpita, Carmen Rosa

**Asesor**

Dr. Rodriguez Rodriguez, Ciro

**Línea de investigación**

Ingeniería de software, simulación y desarrollo de TICs.

**Dedicatoria:**

Dedico la presente tesis a mi madre, quien me animó a iniciar el doctorado y me brindó siempre su apoyo y confianza. Su motivación constante fue fundamental para alcanzar este logro académico.

**Agradecimientos:**

Agradezco a Dios por la fortaleza para culminar este proceso doctoral. Expreso mi especial agradecimiento a mi madre por impulsarme a estudiar el Doctorado en Ingeniería de Sistemas. Asimismo, agradezco a mi asesor y a los docentes del programa por su orientación académica.

## ÍNDICE

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| RESUMEN.....                                              | x  |
| ABSTRACT .....                                            | xi |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                     | 1  |
| 1.1 Planteamiento del problema .....                      | 2  |
| 1.2 Descripción del problema.....                         | 3  |
| 1.3 Formulación del problema .....                        | 7  |
| 1.3.1 Problema general.....                               | 7  |
| 1.3.2 Problemas específicos .....                         | 7  |
| 1.4 Antecedentes .....                                    | 7  |
| 1.5 Justificación e importancia de la investigación ..... | 8  |
| 1.5.1 Justificación de la investigación.....              | 8  |
| 1.5.2 Importancia de la investigación.....                | 9  |
| 1.6 Limitaciones de la investigación .....                | 9  |
| 1.6.1 Limitaciones tecnológicas .....                     | 9  |
| 1.6.2 Limitaciones espaciales.....                        | 10 |
| 1.6.3 Limitaciones temporales .....                       | 10 |
| 1.7 Objetivos de la investigación .....                   | 10 |
| 1.7.1 Objetivo general .....                              | 10 |
| 1.7.2 Objetivos específicos.....                          | 10 |

|       |                                                |    |
|-------|------------------------------------------------|----|
| 1.8   | Hipótesis.....                                 | 11 |
| 1.8.1 | Hipótesis general.....                         | 11 |
| 1.8.2 | Hipótesis específicas .....                    | 11 |
| II.   | MARCO TEÓRICO .....                            | 13 |
| 2.1   | Teorías que fundamentan la investigación ..... | 13 |
| 2.1.1 | Teorías generales.....                         | 13 |
| 2.1.2 | Teorías especializadas .....                   | 13 |
| 2.2   | Marco conceptual .....                         | 13 |
| 2.3   | Marco legal.....                               | 17 |
| 2.4   | Marco filosófico .....                         | 17 |
| 2.5   | Estado del arte .....                          | 18 |
| III.  | MÉTODO.....                                    | 27 |
| 3.1   | Tipo de investigación .....                    | 27 |
| 3.2   | Población y muestra .....                      | 28 |
| 3.3   | Operacionalización de variables.....           | 29 |
| 3.4   | Instrumentos .....                             | 32 |
| 3.5   | Procedimientos .....                           | 32 |
| 3.6   | Análisis de datos.....                         | 33 |
| 3.7   | Consideraciones éticas .....                   | 33 |
| IV.   | RESULTADOS.....                                | 34 |
| 4.1   | Cronograma de actividades .....                | 34 |
| 4.2   | Presentación de datos .....                    | 37 |

|       |                                                           |    |
|-------|-----------------------------------------------------------|----|
| 4.3   | Pruebas de normalidad .....                               | 40 |
| 4.4   | Contrastación de hipótesis.....                           | 46 |
| 4.5   | Interpretación de los resultados.....                     | 52 |
| V.    | DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....                             | 59 |
| VI.   | CONCLUSIONES .....                                        | 62 |
| VII.  | RECOMENDACIONES .....                                     | 63 |
| VIII. | REFERENCIAS .....                                         | 64 |
| IX.   | ANEXOS.....                                               | 68 |
|       | Anexo A: Matriz de consistencia .....                     | 68 |
|       | Anexo B: Validación y confiabilidad de instrumentos ..... | 69 |
|       | Anexo C: Documentación del modelo propuesto.....          | 71 |
|       | Anexo D: Aplicación del modelo propuesto .....            | 74 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Indicadores                                                         | 5  |
| Tabla 2: Situación actual/Situación esperada                                 | 5  |
| Tabla 3: Experimento                                                         | 29 |
| Tabla 4: Variables y sus indicadores                                         | 29 |
| Tabla 5: Conceptualización de indicadores                                    | 30 |
| Tabla 6: Operacionalización de indicadores                                   | 31 |
| Tabla 7: Instrumentos de recolección de datos                                | 32 |
| Tabla 8: Procesamiento y análisis de datos                                   | 33 |
| Tabla 9: Cronograma                                                          | 34 |
| Tabla 10: Valores de indicadores                                             | 37 |
| Tabla 11: Pruebas de normalidad                                              | 40 |
| Tabla 12: Prueba estadística t-student del indicador eficiencia              | 46 |
| Tabla 13: Prueba estadística t-student del indicador riesgo                  | 48 |
| Tabla 14: Prueba estadística t-student del indicador mejora continua         | 49 |
| Tabla 15: Prueba estadística t-student del indicador calidad                 | 50 |
| Tabla 16: Prueba estadística t-student del indicador satisfacción al cliente | 51 |
| Tabla 17: Interpretación de resultados de los indicadores de investigación   | 52 |
| Tabla 18: Matriz de consistencia                                             | 68 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Proceso de ejecución de pruebas de software AS-IS | 4  |
| Figura 2: Proceso de ejecución de pruebas de software TO-BE | 6  |
| Figura 3: Proceso del modelo CSA                            | 14 |
| Figura 4: Arquitectura de Red Hat Automation Platform       | 15 |
| Figura 5: Arquitectura de GitLab-CE                         | 16 |
| Figura 6: Fases de las pruebas de software                  | 17 |
| Figura 7: Diseño de la investigación propuesta              | 27 |
| Figura 8: Arquitectura de la prueba de concepto             | 74 |
| Figura 9: Usuarios gestionados por IDM                      | 75 |
| Figura 10: Reglas SUDO en IDM                               | 75 |
| Figura 11: Primer controlador de automatización             | 76 |
| Figura 12: Segundo controlador de automatización            | 76 |
| Figura 13: Tercer controlador de automatización             | 77 |
| Figura 14: Cluster de keepalived/haproxy                    | 77 |
| Figura 15: Ansible sobre haproxy                            | 78 |
| Figura 16: Repositorio de código gitlab                     | 79 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 17: OpenShift para despliegue de herramientas de pruebas | 79 |
| Figura 18: Entornos de ejecución de Ansible                     | 80 |
| Figura 19: Cluster de JBoss                                     | 81 |
| Figura 20: Aplicaciones de generación de reportes               | 81 |
| Figura 21: Plataforma de virtualización                         | 82 |

## RESUMEN

En la presente investigación se propone un modelo de implementación de automatización de operaciones con el objetivo de mejorar el proceso de ejecución de pruebas de software, para ello, se realizó el proyecto de tesis en dos fases, donde la primera se enfocó en el desarrollo del modelo consolidando estándares internacionales, normativas nacionales, tecnologías basadas en código abierto y literatura disponible en investigaciones y notas técnicas de proveedores, entre otros. En la segunda fase se aplicó el modelo a modo de prueba de concepto en una empresa enfocada en el desarrollo de software. Para demostrar el cumplimiento de los objetivos de mejoras, se realizaron pruebas estadísticas que demuestran que la aplicación del modelo en el proceso de pruebas de software genera indicadores con mejores resultados al escenario sin aplicar el modelo, además que el nuevo proceso permite a través del modelo obtener otros beneficios en términos de disponibilidad, seguridad, calidad, escalabilidad, portabilidad, etc. Finalmente, el modelo al ser un marco de referencia que no existe, es un aporte al conocimiento en el dominio de las tecnologías de la información con el enfoque de aplicación de automatización en el proceso de pruebas complementando el ciclo de vida del desarrollo del software a través de la especialización de un modelo comprobado por resultados desde un enfoque ágil.

***Palabras clave:*** Automatización, calidad de software, pruebas de software, mejora continua, estándares internacionales, metodología ágil.

## ABSTRACT

In this research, an operations automation implementation model is proposed with the objective of improving the software testing execution process. For this, the thesis project was carried out in two phases, where the first focused on the development of the model consolidating international standards, national regulations, technologies based on open source and literature available in research and technical notes from suppliers, among others. In the second phase, I apply the model as a proof of concept in a company focused on software development. To demonstrate compliance with the improvement objectives, statistical tests were carried out that demonstrate that the application of the model in the software testing process generates indicators with better results to the scenario without applying the model, in addition that the new process allows through the model obtain other benefits in terms of availability, security, quality, scalability, portability, etc. Finally, the model, being a reference framework that does not exist, is a contribution to knowledge in the domain of information technologies with the focus on applying automation in the testing process, complementing the life cycle of software development. through the specialization of a model proven by results from an agile approach.

**Keywords:** Automation, software quality, software testing, continuous improvement, international standards, agile methodology.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal mejorar el proceso de ejecución de pruebas de software a fin de cumplir con los requerimientos de la industria en el desarrollo de software a medida, para ello se deberán alinear a normativas validadas por las entidades supervisoras que exigen cumplir requerimientos de calidad, seguridad, portabilidad, escalabilidad y alta disponibilidad, entre otros.

Además de mejorar el proceso indicado, también se cumple el objetivo que una investigación de nivel doctorado exige, como el aporte de conocimientos al dominio de las tecnologías de la información a través de la propuesta de un modelo de implementación de plataformas de automatización el cual apoya el objetivo de mejora, siendo necesario dividir la investigación en dos fases, la primera de elaboración del modelo y la segunda la aplicabilidad del modelo en la empresa Hassinger Consulting, la cual se dedica al desarrollo de software y cuenta con los recursos e información necesaria para el despliegue de una prueba de concepto.

En este capítulo se describe el problema a través del enfoque de procesos, resaltando la situación actual y la situación esperada del proceso de ejecución de pruebas de software, identificando los indicadores claves que serán evaluados con pruebas estadísticas en secciones posteriores.

En el segundo capítulo se documenta las bases teóricas necesarias, la redacción del estado del arte que incluyen otras investigaciones y artículos científicos con problemática similar a la actual, finalmente se delimitan alcances en diferentes aspectos como el legal, temporal, espacial y tecnológico.

En el tercer capítulo se describe y diseña la investigación, aplicando el método de investigación basado en el método científico.

En el cuarto capítulo se muestran los datos obtenidos de la prueba de concepto antes y después de aplicar el modelo propuesto. Dichos datos serán evaluados a través de pruebas estadísticas de normalización e comparación de muestras. Con los resultados de las pruebas estadísticas se presentarán e interpretarán los resultados a fin de realizar la contrastación de las hipótesis planteadas en la investigación.

En los últimos capítulos se presentan las recomendaciones, conclusiones, discusiones, entre otros donde presentamos en los anexos del modelo propuesto ya implementado en una prueba de concepto con tecnologías de automatización.

## **1.1 Planteamiento del problema**

Los procesos de desarrollo y certificación de software están normados en las empresas por estándares internacionales para garantizar la calidad en la entrega de software, sin embargo, las tecnologías necesarias para gestionar las pruebas son muy diversas, muchos de estos programas se enfocan a tipos muy específicos de pruebas creando una complejidad al momento de ejecutar dichas pruebas de software. En este sentido, la presente investigación busca mejorar el proceso de ejecución de pruebas de software a través de la implementación de la tecnología de automatización, utilizando una plataforma basada en estándares abiertos lo cual permitirá la integración transparente de muchas soluciones de pruebas, creando un punto único de ejecución reduciendo la complejidad del proceso y aumentando ciertas factores claves como la disponibilidad y portabilidad.

Aunque los procesos de ejecución de pruebas de software se ya se aplican en la empresa Hassinger Consulting en la actualidad, en caso de seguir ejecutándolos de forma manual supone un riesgo de incumplimiento, ya que sus clientes han ido alineándose a normas de calidad que les exige mejores valores en indicadores sobre los cuales la presente investigación adoptara dichos estándares en el modelo propuesto.

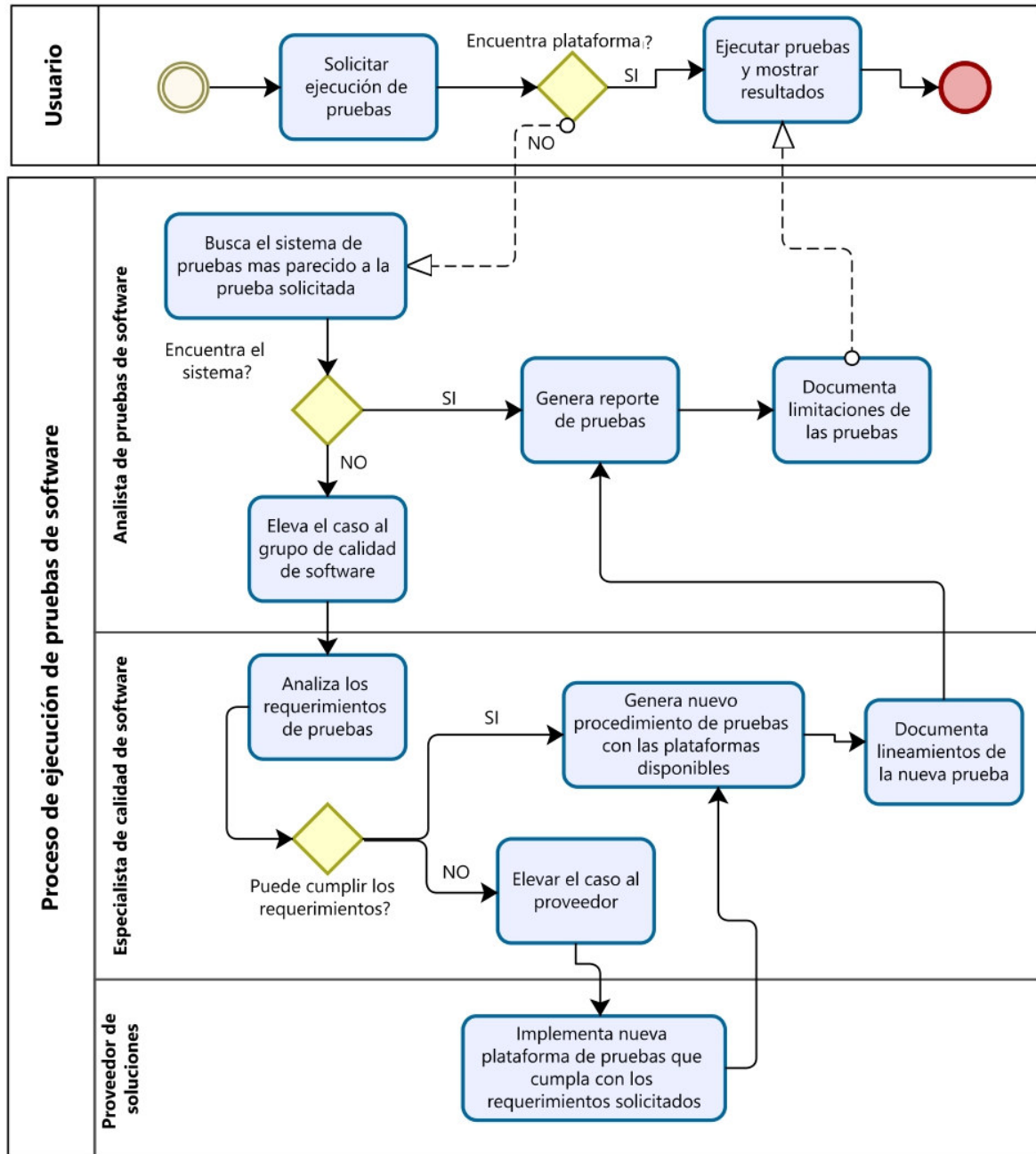
Considerando que la tecnología de automatización es una solución de gran complejidad, se requieren marcos referenciales que ayuden a implementar dicha tecnología en la industria, en este sentido, la presente investigación propone a modo de contribución un modelo de implementación enfocado a la tecnología de automatización alineado al proceso de ejecución de pruebas de software, dicho modelo será luego aplicado a modo de prueba de concepto en la empresa Hassinger Consulting para demostrar la relevancia en el proceso seleccionado.

## **1.2 Descripción del problema**

Actualmente el proceso de ejecución de pruebas de software, independiente del tipo de prueba que se ejecute se realiza como se indica en la Figura 1, donde las plataformas tecnológicas necesarias para la ejecución de las pruebas no están constituidas a una solución integral, por lo que debe apoyarse en diferentes tecnologías especializadas:

**Figura 1**

*Proceso de ejecución de pruebas de software AS-IS.*



Del proceso anterior se extraen los siguientes indicadores descritos en la Tabla 1.

**Tabla 1***Indicadores*

| <b>Indicadores</b>       | <b>Valores promedio</b> |
|--------------------------|-------------------------|
| Eficiencia               | 60                      |
| Riesgo                   | 80                      |
| Mejora continua          | 40                      |
| Calidad                  | 65                      |
| Satisfacción del cliente | 60                      |

Los valores de la Tabla 1, están expresados en escala del 1 al 100 como índices calculados a partir de otros valores definidos en la operacionalización de indicadores

A fin de mejorar los indicadores del proceso seleccionado por el investigador, se deberá reformular el proceso de la Figura 1 para que pueda usar la tecnología de automatización y que además de integrar las diferentes tecnologías usadas para las prueba, podría simplificar el proceso ya que se reducen muchas operaciones manuales por el motor de automatización propuesto en el modelo de implementación, de tal manera que los indicadores de la Tabla 1 podrán ser mejorados como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2***Situación actual/Situación esperada*

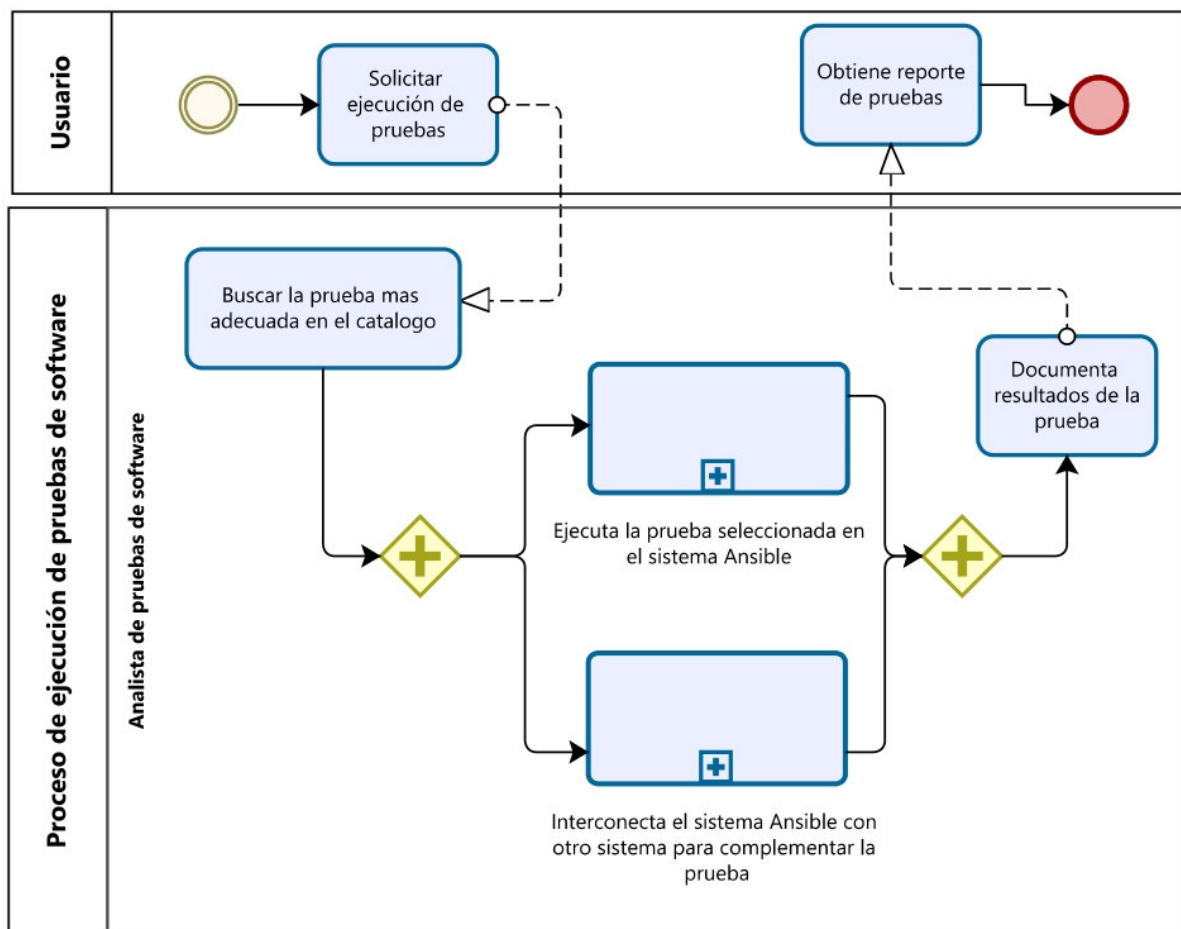
| <b>Indicador</b> | <b>Situación Actual</b> | <b>Situación Propuesta</b> |
|------------------|-------------------------|----------------------------|
|                  | <b>(AS-IS)</b>          | <b>(TO-BE)</b>             |
| Eficiencia       | 60                      | 72                         |

|                          |    |    |
|--------------------------|----|----|
| Riesgo                   | 80 | 60 |
| Mejora continua          | 40 | 45 |
| Calidad                  | 65 | 70 |
| Satisfacción del cliente | 60 | 70 |

Para cumplir con esta mejora es necesario reformular el proceso tal como se describe en la Figura 2.

**Figura 2**

*Proceso de ejecución de pruebas de software TO-BE*



### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema general**

¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a mejorar el proceso de ejecución de pruebas de software?

#### **1.3.2 Problemas específicos**

- a) ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a aumentar el índice de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software?
- b) ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a mitigar el índice de riesgos del proceso de ejecución de pruebas de software?
- c) ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a aumentar el índice de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software?
- d) ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a incrementar el índice de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software?
- e) ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a incrementar el índice de satisfacción del cliente del proceso de ejecución de pruebas de software?

### **1.4 Antecedentes**

En la tesis de maestría de Duquino (2020) se presenta una solución de gestión de pruebas de software basado en componentes de código abierto, dicho modelo se enfoca a aplicaciones

móviles, pero se puede extender a cualquier aplicación cliente servidor monolítica o distribuida en la presente investigación.

En la tesis de titulación de Cabrera & Pareja (2021) se enfatiza la complejidad de las pruebas de software, considerando un modelo de implementación que pueda simplificar dicho proceso y seleccionar pruebas que garanticen la calidad del software, en tal sentido, la presente investigación aprovecha los estándares seleccionados para la ejecución de las pruebas del software.

En su tesis de titulación de Liza & Villar (2022) se muestra un modelo de implementación de automatización enfocada a pruebas de software, al igual que la presente investigación, se busca el objetivo de mejorar indicadores clave del proceso de ejecución de pruebas de software.

En la tesis de titulación de Banda (2022) se muestra un modelo de implementación de automatización de pruebas de software, pero con enfoque en aplicaciones web, relacionando esta investigación al mismo campo de estudio, pero extendiendo las aplicaciones a cualquier software certificado sobre sistemas empresariales.

## **1.5 Justificación e importancia de la investigación**

### ***1.5.1 Justificación de la investigación***

La presente investigación se justifica a través de su aporte en un modelo que permite conducir de forma ordenada las pruebas de software más importantes necesarias para garantizar la calidad del software, aunque el software a desarrollar necesita cumplir estándares de calidad propuestos por las mismas técnicas de desarrollo, se pueden dar situaciones donde se debe evaluar este desarrollo con programas de validación especializados, en este punto, se encuentran diferentes programas con enfoques diversos a diferentes pruebas, el presente modelo permite consolidar todas estas tecnologías en un lenguaje común de alcance abierto

basados en estándares libres como Ansible, el cual permitirá crear mantener una estandarización de las pruebas de software.

El modelo propuesto justifica su importancia al reducir la complejidad en la gestión, ejecución, validación y documentación de resultados de las pruebas de software, el cual se demostrará a través de la medición de indicadores clave buscando la optimización, justificando la necesidad de este tipo de investigación que permiten la mejora de procesos.

### ***1.5.2 Importancia de la investigación***

La presente investigación adquiere relevancia al apoyar el proceso de ejecución de pruebas de software a través de la propuesta de un modelo que no existe, por lo tanto, genera conocimiento nuevo en el dominio de gestión de tecnologías de la información y mejora de procesos. A través del modelo propuesto, se cumple con una gran cantidad de controles y lineamientos de calidad, seguridad, desarrollo de software y certificación de plataformas, entre otros, que son exigidos por entidades supervisoras que auditan a las empresas que manejan información sensible y necesitan realizar pruebas constantemente a fin de garantizar el correcto funcionamiento del software empresarial.

## **1.6 Limitaciones de la investigación**

### ***1.6.1 Limitaciones tecnológicas***

La presente investigación estará limitada por las tecnologías implementadas como parte del modelo, siendo la principal tecnología Ansible, la cual es de alcance abierto, sin embargo, se delimitará solo a las acciones de automatización de procesos aplicados a sistemas operativos de uso comercial y aplicaciones de software implementadas sobre estos sistemas empresariales extendiendo la funcionalidad a estos mismos que estén en la empresa o en alguna nube. Adicionalmente se considerarán tecnologías que complementen al sistema de

automatización como repositorios de código y herramientas de CI/CD entre otras que apoyen al proceso de pruebas de software.

### **1.6.2 Limitaciones espaciales**

La presente investigación será desarrollada a modo de prueba de concepto en la empresa Hassinger Consulting en la ciudad de Lima sin embargo su aplicación se puede desarrollar en cualquier empresa de software aplicando estándares de desarrollo para garantizar la calidad del software.

### **1.6.3 Limitaciones temporales**

La presente investigación será desarrollada en el año 2024, con las restricciones propias de la tecnología disponible en esa fecha, donde se indica que las tecnologías de automatización tienen una vigencia de 3 años con capacidad de extender su soporte comercial a 7 años, pero con la recomendación de aplicar actualizaciones continuas para mantener el soporte por el tiempo necesario.

## **1.7 Objetivos de la investigación**

### **1.7.1 Objetivo general**

Aplicar un modelo de implementación para automatizar operaciones y contribuir a mejorar el proceso de ejecución de pruebas de software.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- a) Aplicar un modelo de implementación para automatizar operaciones y contribuir a aumentar el índice de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software. alineado al problema general.
- b) Aplicar un modelo de implementación para automatizar operaciones y contribuir a mitigar el índice de riesgos del proceso de ejecución de pruebas de software. alineado al problema general.

- c) Aplicar un modelo de implementación para automatizar operaciones y contribuir a aumentar el índice de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software. alineado al problema general.
- d) Aplicar un modelo de implementación para automatizar operaciones y contribuir a incrementar el índice de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software. alineado al problema general.
- e) Aplicar un modelo de implementación para automatizar operaciones y contribuir a incrementar el índice de satisfacción del cliente d del proceso de ejecución de pruebas de software. alineado al problema general.

## **1.8 Hipótesis**

### ***1.8.1 Hipótesis general***

La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a mejorar el proceso de ejecución de pruebas de software.

### ***1.8.2 Hipótesis específicas***

- a) La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a aumentar el índice de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software.
- b) La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a mitigar el índice de riesgos del proceso de ejecución de pruebas de software.
- c) La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a aumentar el índice de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software.
- d) La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a incrementar el índice de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software.

- e) La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a incrementar el índice de satisfacción del cliente del proceso de ejecución de pruebas de software.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Teorías que fundamentan la investigación

#### 2.1.1 Teorías generales

##### **Automatización**

Para RedHat (2023) la automatización de operaciones mejora los indicadores de los procesos, ya que permite obtener resultados más rápido con la menor intervención de operadores minimizando el porcentaje de incidencias.

#### 2.1.2 Teorías especializadas

##### **Scrum**

Es un marco referencial que facilita a la organización a generar valor, a través de la aplicación del manifiesto ágil, así podrán solucionar problemas complejos. Este marco aplica un enfoque iterativo e incremental para prevenir y controlar el riesgo.

##### **Ansible**

La tecnología de Ansible (2023) es una solución de automatización de operaciones multiplataforma que permite la gestión de tareas remotas en sistemas operativos o aplicaciones, las cuales pueden realizarse de forma centralizada y creando excepciones que le dan un alto nivel de respuesta ante posibles eventualidades durante las fases de pruebas.

### 2.2 Marco conceptual

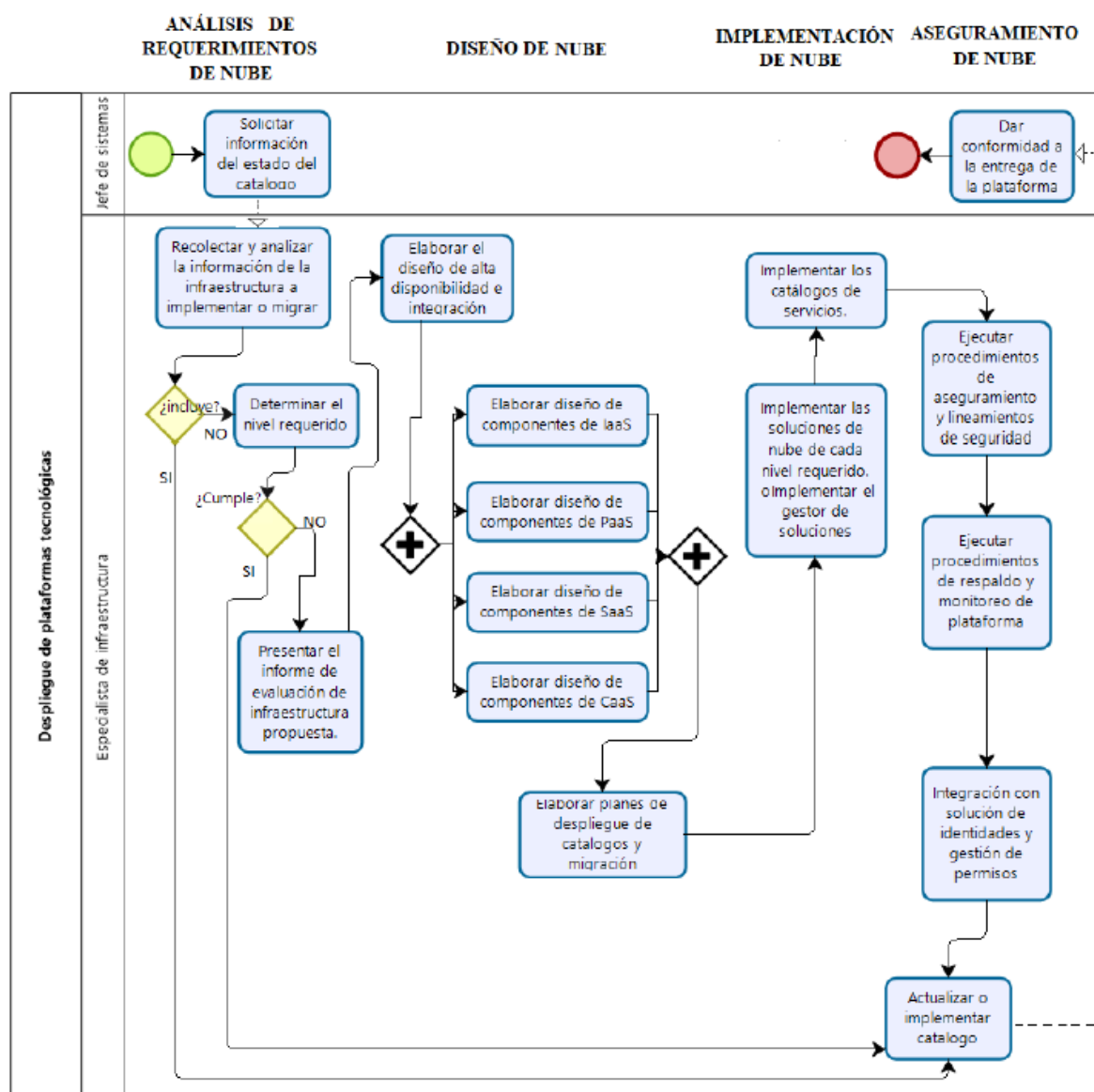
#### **Marco conceptual de la variable interviniente – Modelo propuesto**

La variable interviniente no existe directamente en recursos bibliográficos, por tanto, se consultó la literatura que aporta a la construcción de esta nueva variable.

En la tesis doctoral de Reyes (2021) se propone un marco metodológico aplicado a la investigación científica basado en procesos y alineado a las 3 variables de investigación, en la investigación se construye un modelo de implementación a través de la integración de soluciones de código abierto como se muestra en la Figura 3 a través de su flujo de trabajo.

**Figura 3**

*Proceso del modelo CSA. (Reyes, 2021)*

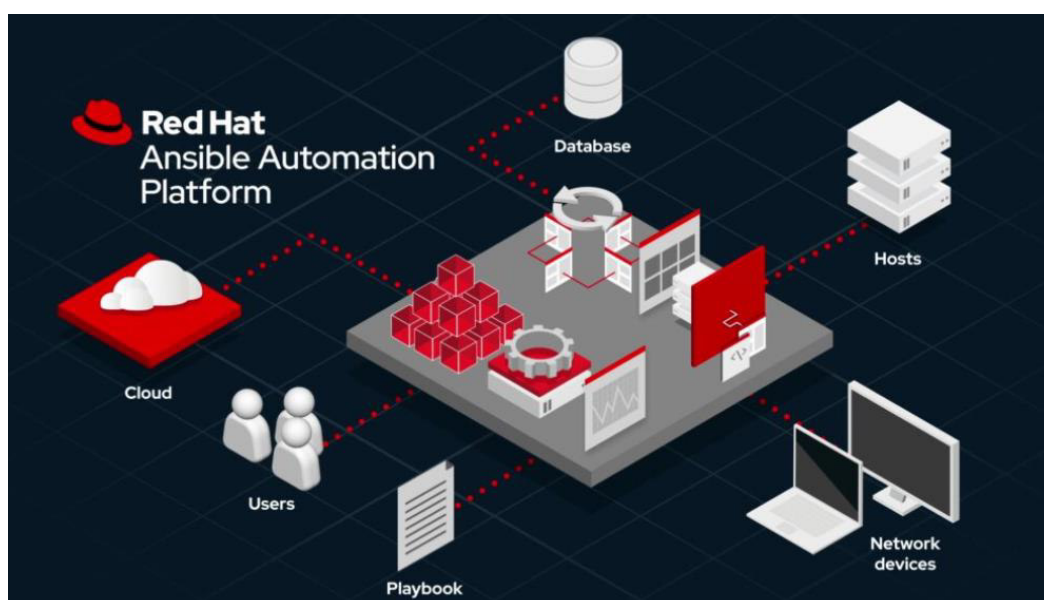


**Marco conceptual de la variable independiente – Automatización de operaciones**

El fabricante RedHat (2023) comercializa una plataforma empresarial basada en Ansible llamada Red Hat Automation Platform el cual ser al base tecnológica del modelo propuesto, implementada a través de una arquitectura redundante cuya funciona principal es la ejecución de las tareas relacionadas a las pruebas de software, se distribuye bajo el modelo de suscripción como se muestra en la Figura 4, para automatizar operaciones, despliegues, códigos, scripts o cualquier requerimiento de infraestructura o aplicaciones.

**Figura 4**

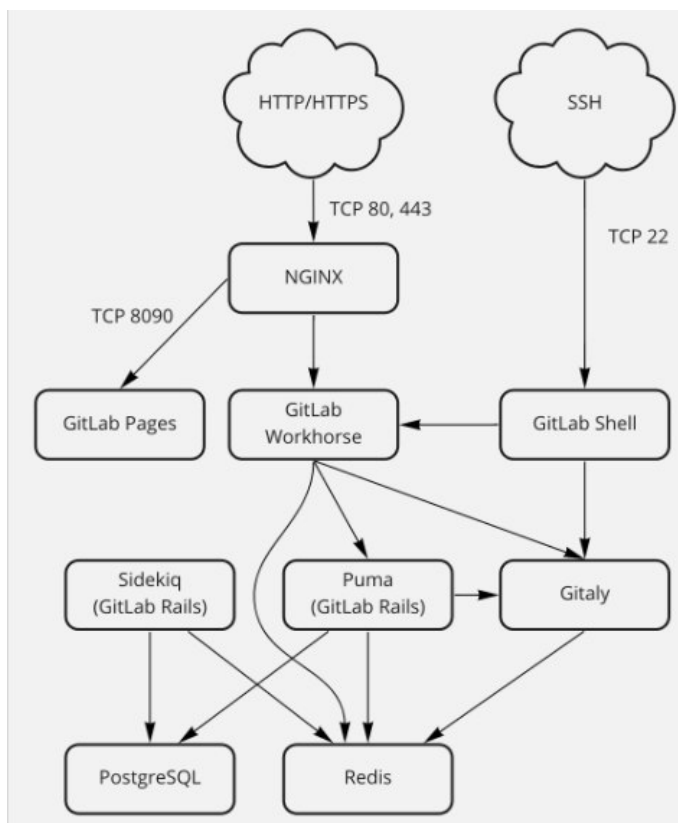
*Arquitectura de Red Hat Automation Platform. (RedHat, 2023)*



La presente investigación buscará combinar las arquitectura de RedHat (2023) y de GitLab (2023) basado en estándares abiertos. GitLab cumplirá el rol de repositorio de código de programas de automatización necesarios para las pruebas de software diseñadas en fases propuestas en el modelo de implementación como se muestra en la Figura 5 para almacenar todos los programas e instrucciones complejas de la infraestructura, esto facilitará el restablecimiento de la plataforma en caso de caídas o pérdida de infraestructura.

**Figura 5**

*Arquitectura de GitLab-CE. (GitLab, 2023)*



### **Marco conceptual de la variable dependiente - Procesos de pruebas de software**

Para definir el proceso principal objeto de la variable dependiente debemos definir los subprocesos que se involucran, siendo uno de los más críticos la definición de fases del proceso de pruebas de software.

Para León (2023) se define el proceso de pruebas de software como un modelo de ejecución que se relaciona con el proceso de desarrollo de software, sin embargo, se debe aplicar las pruebas de software en un modelo propio abstrayendo ciertas actividades, la Figura 6 ilustra una adaptación del modelo genérico de desarrollo a las pruebas de software describiendo algunas fases.

**Figura 6**

*Fases de las pruebas de software. (León, 2023)*



## 2.3 Marco legal

La presente investigación se alinea a normativas aplicadas en el territorio nacional como las indicadas en el decreto legislativo N° 1033 el cual regula los derechos de autor y propiedad intelectual, sobre el cual también se regula el desarrollo de software. También se alinea a la ley N° 29733 sobre la protección de datos personales, la cual tiene como objetivo principal garantizar el derecho fundamental a la protección de los datos personales de los ciudadanos. Finalmente se alinea a la NTP ISO/IEC 12207:2016 que es la norma que regula ingeniería de software y sistemas.

## 2.4 Marco filosófico

Se puede citar al Kaizen como la corriente filosófica que se busca en esta investigación, como menciona Godínez & Hernández (2018) el Kaizen se trata de la mejora continua, siendo

necesario aplicarlo al desarrollo de software, pero con el principio que los cambios deben ser progresivos en busca de la calidad del software.

## 2.5 Estado del arte

Iniciando con el desarrollo de un diagnóstico del estado del arte de las investigaciones relacionadas a la mejora del proceso definido como los que involucran el uso de tecnologías de información en la educación remota, presentamos un consolidado de las investigaciones y sus principales contribuciones resaltando como estas aportan al presente proyecto de investigación:

En la tesis doctoral de Parada (2010) titulada “*Contribución a la gestión de los procesos de pruebas de software y servicios*” se resalta la importancia de las pruebas de software, considerando las metodologías de desarrollo actualmente utilizadas, las pruebas se definen a muy alto nivel, donde se establece la relación con la gestión de proyecto de desarrollo. Parada indica que las actividades de pruebas son difíciles de seguir y controlar en modelos que están en constante adaptación a las nuevas tecnologías en su afán de superar paradigmas ya establecidos en la industria.

Parada propone una metodología de pruebas que aunque tiene alto nivel de complejidad está alineada a estándares internacionales que validan su ejecución, que si bien no son parte de la gestión del proyecto de desarrollo, se alinean a este a nivel de objetivos, por ello se propone como punto de inicio la gestión de proyectos basado en PMBOK el cual entregara los procesos de gestión sugeridos por su guía, donde las actividades de pruebas propuestas se ejecutaran de forma independiente pero relacionadas a estos procesos.

La metodología de pruebas de Parada se basa en 5 áreas funcionales y 6 fases de pruebas, al igual que la presente investigación, el enfoque en áreas o fases, permite clarificar los

objetivos de cada grupo de pruebas pasando por modelos que faciliten o conduzcan de forma ordenada un grupo de procesos que nacen con un alto nivel de complejidad.

La investigación de Parada coincide con la presente investigación al proponer arquitecturas basada en componentes de desarrollo integradas para diseñar, ejecutar, documentar y mejorar las pruebas definidas, es decir, ambas son investigaciones que empiezan en nivel básico por su aporte al conocimiento al proponer metodologías o modelos que aun no existen y luego se vuelven aplicadas ya que mejoran un proceso seleccionado, en este sentido, la investigación de Parada servirá como punto de partido para la presente investigación cambiando los enfoques de los indicadores seleccionados del proceso de pruebas de software.

En la tesis de maestría de Malpica (2015) se propone una metodología de implementación de un ERP basado en software libre, aunque su campo de aplicación son las pequeñas y medianas empresas, pueden extenderse a cualquier empresa que apoye sus procesos en las tecnologías de la información.

El modelo de Malpica se basa en la implementación de módulos de un ERP para gestionar el software de la organización, en este punto, la presente investigación usara la misma tecnología basada en estándares abiertos, ya que el uso de software libre en los componentes de gestión garantiza la integración de diferentes plataformas que convergen entre si para formar una solución enfocada.

La tesis de Malpica servirá de investigación referencial enfocándose en la contribución, ya que se aplica un modelo metodológico que supone la integración de componentes, al igual que la presente investigación, se requiere la experiencia del investigador para seleccionar componentes adecuados que se dan en tecnología open-source.

En el artículo de Mera (2016) se indica que existen muchas metodologías de calidad de software que recomiendan una serie de pruebas para garantizar que el software cumpla

estándares de calidad ya establecidos, sin embargo, Mera resalta que estos estándares están distribuidos en diferentes manuales, libros, guías técnicas, etc., por ello, se requieren una consolidación de esta documentación en un modelo de consenso que permita facilitar la aplicación de las pruebas, en este sentido, la presente investigación propone un modelo de consolidación de pruebas de software.

En la tesis de titulación de Yunga (2018) se presenta un modelo de implementación basado en componentes orquestados por una plataforma de automatización cuyo objetivo es facilitar el despliegue, configuración y soporte de herramientas de gestión de redes, la tesis de Yunga se relaciona con la presente investigación ya que ambas proponen modelos de implementación de soluciones separadas e integrarlas en una solución integral, siendo el foco principal la plataforma de automatización Ansible como plataforma base.

El modelo de Yunga propone Ansible como punto central de automatización de soluciones de redes como GNS3, tareas como puppet y chef, virtualización como vmWare, entre otras, de igual manera la presente investigación buscara que Ansible gestione herramientas de desarrollo continuo CI/CD que faciliten la gestión de código de automatización en diferentes plataformas de pruebas de software.

Sobre la investigación de Yunga se aprovecharán la estructura de programas como los playbooks de automatización cambiando el enfoque de aplicación de redes a pruebas de software, siendo necesario reutilizar los componentes de integración ya que el software a probar en la presente investigación testea no solo el código desarrollado sino también su comportamiento en una plataforma de redes y virtualización a modo de prueba de concepto.

En el trabajo de fin de master de Sánchez (2018) se indica la necesidad de las empresas de agilizar sus procesos de desarrollo de software, de la misma manera se requiere agilizar las pruebas necesarias para certificar este software en constante actualización, corrección,

versionamiento, etc. La presente investigación tomara el enfoque ágil de Sánchez (2018) para la entrega de servicios, aunque Sanchez propone una arquitectura de microservicios, el enfoque es el mismo al presentar soluciones open-source diseñadas para el desarrollo continuo de aplicaciones en plataformas más escalables que los sistema de infraestructura como servicio.

Tanto la investigación de Sanchez que usa Kubenerts como la presente investigación que toma a Ansible como base, coinciden en el uso de un lenguaje abierto para la integración de procesos relacionados a la entrega de software, siendo el diferencial de la presente investigación el enfoque en las pruebas de software.

La investigación de Sanchez aplica una prueba de concepto similar a la de la presente investigación, donde se aplicará componentes open-source instalado sobre sistemas virtualizados, el cual propone una arquitectura redundante ante desastres, lo cual garantiza la continuidad de operaciones en el caso de las pruebas de software.

En la tesis de titulación de Zuluaga & Bedoya (2018) se presenta una recopilación de los métodos y técnicas más importantes para la ejecución de las pruebas de software, sobre el cual la presente investigación se basará para la selección de indicadores clave para la medición del proceso de ejecución de pruebas de software.

Se resalta la importancia de tener una solución especializada para las pruebas de software, ya que tradicionalmente se destina un esfuerzo menor como parte de todo el ciclo de desarrollo de software, en este sentido, la investigación permite enfocar las principales técnicas de desarrollo de software a la corriente filosófica que busca la presente investigación.

La tesis también indica que aplicar las pruebas de software alineado a los estándares de calidad que la industria indica, es una tarea sumamente compleja, por ello su importancia en

documentarlos y establecerlos como parte del proceso para tener marcos de referencias que reduzcan esta complejidad al conducir de forma ordenada la ejecución de las pruebas.

Para Zuluaga y Bedoya muchas empresas diseñan ellos mismos las pruebas sobre el software que ellos mismos desarrollan, sin embargo, las pruebas deben ser diseñadas para que cumplan con los estándares de calidad indicados por especialistas en software, cambiando la forma como se cierra el ciclo de desarrollo de software, coincidiendo con el enfoque buscado en la presente investigación.

En el artículo de Layedra et al. (2019) se plantea el objetivo de establecer las pruebas de software funcionales y de usabilidad más adecuadas para aplicativos webs, el estudio mostro una satisfacción al cliente de más del 90% posterior a la ejecución de las pruebas y corrección de las misma, en este sentido, las pruebas seleccionadas apoyaran la selección de indicadores en la presente investigación.

En la tesis de titulación de Chinarro (2019) se propone un proceso nuevo para definir e implementar las pruebas funcionales en el desarrollo de software, cumpliendo el mismo tipo de pruebas definidas en la presente investigación, de la misma manera Chinarro propone el uso de tecnologías de automatización para ejecutar las pruebas.

La investigación de Chinarro busca minimizar los defectos en el software a través de la estructuración de pruebas funcionales del software a fin de apoyar el proceso de mejora continua, en este punto, la presente investigación es una extensión de la investigación de Chinarro, la presente investigación implementara las mismas pruebas funcionales que Chinarro sugiere además de agregar pruebas no funcionales de construcción propia del investigador.

Como investigación relacionada, Chinarro propone la plataforma de automatización similar a la presente investigación, por lo que el lenguaje de desarrollo de automatización

basado en estructuras se reutilizara también, modificando los componentes para acoplarse a la tecnología de Ansible a través de playbooks.

En la tesis de maestría de Ibarra (2019) se resalta la importancia de las pruebas de software durante los proyectos de desarrollo, Ibarra indica que el costo de dichas pruebas es considerable comparándolo con el desarrollo en general, por ello se deben seleccionar las pruebas mas convenientes y necesarias para dicho proceso.

La investigación de Ibarra propone técnicas de selección basadas en un modelo de elaboración propia de forma colaborativa, en este sentido, la presente investigación propone un modelo similar donde se identifican indicadores clave del proceso que están alineados a pruebas específicas que buscan abarcan las principales pruebas dentro del desarrollo de software, aunque se puede extender estas pruebas a muchas más, la presente investigación propone un grupo de indicadores iniciales que abarcan casi todas las pruebas críticas a nivel funcional y no funcional.

Ibarra indica la importancia de las pruebas de software, las cuales permitirán entregar software de calidad de acuerdo a estándares establecidos por la industria y especificadas en normas peruanas que también están alineadas a normas internacionales, la presente investigación mantiene este mismo concepto de alinear todo el trabajo a estándares internacionales.

En la tesis de maestría de Duquino (2020) se presenta una investigación enfocada a la calidad de software y los procesos de calidad aplicables con el software DetectId para móviles, siendo relacionada con la presente investigación al tener el mismo objetivo de investigación. Para Duquino se deben considerar una serie de pruebas que serán aplicadas y validadas con el software mencionado, el cual posee muchos componentes de automatización que reduce la cantidad de operaciones manuales necesarias minimizando la posibilidad de errores.

La investigación de Duquino se encuentra muy relacionada a nivel metodológico con la presente investigación, ya que ambos se apoyan en soluciones tecnológicas asociadas a la automatización de operaciones para hacer las pruebas de software, estableciendo una base sobre la cual se aportaran componentes nuevos como el uso de herramientas de desarrollo continuo para establecer una serie de pruebas que puedan aplicarse y fomente la mejora continua, es decir, además del software, las pruebas en si son objeto de mejora.

En la tesis de titulación de Cabrera & Pareja (2021) se resalta lo complejo que pueden ser las pruebas de software, lo cual repercute directamente en los tiempos de entrega del software. La investigación se enfoca al desarrollo web y las pruebas necesarias para garantizar la calidad de las aplicaciones web, en este sentido, se reutilizará el grupo de pruebas indicadas por Cabrera & Pareja (2021) para la presente investigación, dejando como aporte de la presente investigación las pruebas complementarias independiente de la plataforma base.

Sobre la investigación de Cabrera y Pareja se resalta el uso de la metodología Scrum ya que divide el desarrollo del software y sus pruebas en sprints, de la misma manera, la presente investigación divide la implementación de la plataforma base de la prueba de concepto en sprints de Scrum para luego realizar las pruebas definidas por el investigador.

La tesis aplica la misma tecnología de automatización para facilitar el proceso de ejecución de pruebas de software, por lo tanto, es una investigación muy relacionado con el objetivo de estudio.

En la tesis doctoral de Reyes (2021) se aplica un marco metodológico que servirá como base para el proceso de investigación, ya que Reyes aplica las tecnologías de la información para la mejora de un proceso seleccionado, la presente investigación aprovechará todo el modelo de investigación científica, cambiando el enfoque de la tecnología a la automatización de operaciones.

En la tesis de titulación de Banda (2022) se muestra un modelo de implementación de pruebas de software basado en tecnologías de código abierto, sobre este tipo de tecnologías se mantendrá el uso de soluciones open-source por su alto nivel de integración a través de interfaces basadas en código abierto lo cual garantiza un nivel alto de acoplamiento entre ellas para consolidar diferentes soluciones intermedias.

La presente investigación propone un orquestador de soluciones de automatización basada en Ansible, el cual es un software de código abierto el cual facilita la integración con otras soluciones ya sean libre o propietarias, en este punto, la investigación de Banda servirá de marco referencial ya que aplica las mismas soluciones al proceso de ejecución de pruebas de software.

En la tesis de titulación de Villagrán (2022) se presenta un modelo de implementación de una solución Ansible, la cual se basa en programas desarrollados en lenguaje Python que a su vez son ejecutados en una estructura tipo playbook a través de protocolo SSH. Con todas estas consideraciones la investigación de Villagrán coincide con la base tecnológica de la presente investigación, usando esos mismos componentes de software, cambiando el foco de la investigación de pruebas de redes a pruebas de software.

En el modelo en la tesis utiliza una arquitectura de Ansible que no solo ejecuta tareas automatizadas, sino también gestiona dichas tareas para permitir la configuración de sub-tareas o condicionales que modifican la ejecución de las tareas, en este sentido, la solución de Villagrán es de alto nivel de adaptabilidad a cualquier proceso que requiere automatización, siendo el trabajo del investigador tomar todos estos beneficios de la tecnología Ansible y aplicarlo al proceso de pruebas de software.

El artículo de Soraluz et al. (2023) se indica que la ineficiencia en la gestión de proyecto de desarrollo de software provoca una calidad deficiente del software en términos de

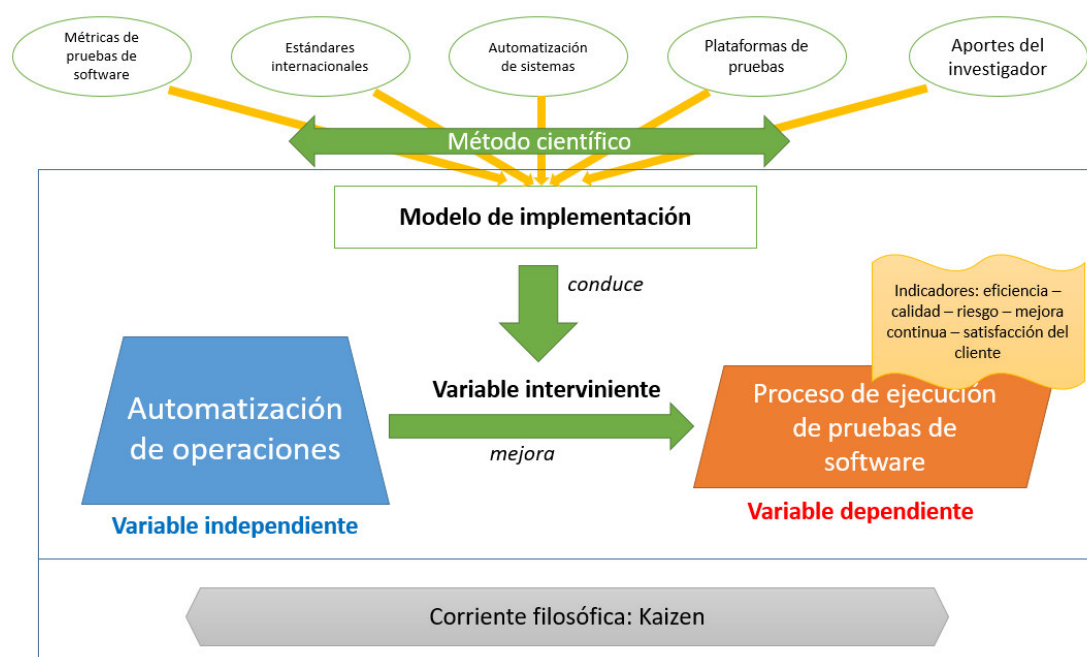
funcionalidad, por ello, Soraluz sugiere la aplicación de buenas prácticas estandarizadas para prevenir estas deficiencias en el software. La presente investigación tomara estas buenas prácticas sugeridas por Soraluz encontradas en la documentación revisada y se incluirán en el modelo propuesto por el investigador.

### III. MÉTODO

A fin de facilitar el proceso de investigación, se muestra el diseño de cómo se realizará la investigación:

**Figura 7**

*Diseño de la investigación propuesta*



#### 3.1 Tipo de investigación

**Tipo básico:** se aportará conocimiento a través de la creación de un modelo de implementación que no existe en la documentación revisada en la construcción del estado del arte, siendo un modelo que facilita la implementación de la tecnología de automatización de cara a aplicar pruebas necesarias en el desarrollo de software. El modelo luego, también será aplicado para demostrar estadísticamente su relevancia en el proceso seleccionado por el investigador.

También identificamos el nivel:

**Nivel Explicativo:** se analizará y explicará la relación causal que existe entre la tecnología de automatización y el proceso de pruebas de desarrollo de software para determinar en qué medida mejora el proceso. También se presentan actividades que corresponden a otros niveles, pero de menor significancia al nivel predominante que es el explicativo.

### **3.2 Población y muestra**

A fin de cumplir con los objetivos definidos en la presente investigación indicados en la sección 1.6.1, se establece como unidad de análisis a los indicadores definidos en la Tabla 1. La cantidad de veces que se ejecutan las pruebas de software no se pueden determinar con exactitud ya que dichas pruebas son de ejecución continua sin llegar a establecer una versión única sino versiones o releases de software que siempre serán puestas en evaluación como parte de la configuración de software, por lo tanto, se define a la población como:

**N= Indeterminado**

Al tener una población indeterminada, podemos aplicar un muestreo intencionado justificado en teoremas validados en investigaciones similares que se basen en principios estadísticos como los de (Hogg RV, 1978), donde podemos establecer una muestra intencionada de al menos 30 observaciones donde la desviación estándar de dicha población se desconoce, por lo tanto se define a la muestra como:

**n= 30 mediciones de los indicadores planteados - Muestreo intencionado**

### **Diseño de Experimentos**

Se presenta el siguiente tipo de experimento a ser aplicado en la contrastación de la hipótesis

**Tabla 3***Experimento*

| GE | O1 | X | O2 |
|----|----|---|----|
|----|----|---|----|

**Grupo Experimental = Ge** = Proceso de ejecución de pruebas de software.

**Observación N° 01 = O1** = Medición de los Indicadores del proceso sin aplicar la del modelo propuesto.

**Estimulo = X** = Modelo propuesto.

**Observación N° 02 = O2** = Medición de los Indicadores del proceso después de aplicar el modelo propuesto.

### 3.3 Operacionalización de variables

Variable independiente: Automatización de operaciones.

Variable interviniente: Modelo propuesto.

Variable dependiente: Proceso de ejecución de pruebas de software.

**Tabla 4***Variables y sus indicadores*

| Variables                                       | Dimensión   | Indicadores()      |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| Independiente:<br>Automatización de operaciones | Tecnológica | Presencia_Ausencia |
|                                                 | Proceso     | Eficiencia         |

|                                 |         |                         |
|---------------------------------|---------|-------------------------|
|                                 |         | Riesgo                  |
| Dependiente:                    |         | Mejora continua         |
| Proceso de ejecución de pruebas |         | Calidad                 |
| de software                     | Cliente | Satisfacción al cliente |

**Tabla 5***Conceptualización de indicadores*

| <b>Variable independiente: Automatización de operaciones</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Presencia_Ausencia                                                        | Se define como la presencia o ausencia de la tecnología de automatización de operaciones en la investigación                                                                                                                                                                |
| <b>Variable dependiente: Procesos de ejecución de pruebas de software</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Eficiencia                                                                | El indicador eficiencia se define como el índice del uso de los recursos usados para las pruebas de software sobre los recursos destinados, siendo representando a través de los programas de ejecución de pruebas en las diferentes tecnologías disponibles en el proceso. |
| Riesgo                                                                    | El indicador riesgo se define como el índice determinado por la probabilidad de ocurrencia de un evento que genere un mal funcionamiento en el sistema a evaluar y el impacto de ese evento en el proceso que afecte al negocio.                                            |
| Mejora continua                                                           | El indicador mejora continua se define como el índice de aceptación del proceso de pruebas a ser mejorado según                                                                                                                                                             |

los resultados de una ejecución anterior siendo necesario documentar y analizar los resultados de cada prueba.

#### Calidad

El indicador calidad se define como el índice de percepción de cumplimientos relacionados a las pruebas de software, ponderando la efectividad, complejidad, disponibilidad, portabilidad entre otras características que en conjunto determinan el índice de calidad.

#### Satisfacción al cliente

El indicador de satisfacción al cliente, se determina por el índice determinado por la percepción de cliente o usuario final posterior a la ejecución de pruebas de software y la corrección generada por la prueba, midiendo la aceptación del cliente con el sistema.

**Tabla 6**

#### *Operacionalización de indicadores*

| <b>Variable</b> | <b>Indicador()</b> | <b>Índice</b> | <b>Unidad de Medida</b> | <b>Unidad de Observación</b> |
|-----------------|--------------------|---------------|-------------------------|------------------------------|
| Independiente   | Presencia_Ausencia | [No..Si]      | -                       | -                            |
|                 | Eficiencia         | [1..100]      | unidades                | Reportes de cumplimiento     |
| Dependiente     | Riesgo             | [1..100]      | unidades                | Matriz de riesgos            |
|                 | Mejora continua    | [1..100]      | unidades                | Reportes de procesos         |

|                         |          |          |                        |
|-------------------------|----------|----------|------------------------|
| Calidad                 | [1..100] | unidades | Reportes de resultados |
| Satisfacción al cliente | [1..100] | unidades | Encuestas a usuarios   |

### 3.4 Instrumentos

**Tabla 7**

*Instrumentos de recolección de datos*

| Técnicas    | Instrumentos        |
|-------------|---------------------|
| Entrevista  | Cuestionario        |
| Observación | Guía de observación |

### 3.5 Procedimientos

Para el análisis de datos obtenidos con los instrumentos mencionados anteriormente, ejecutamos el siguiente procedimiento a fin de contrastar las hipótesis específicas, dicho procedimiento se repite por cada hipótesis específica:

Paso 1: Planteamos el problema a través de la hipótesis específica nula.

Paso 2: Realizamos la prueba de normalidad de datos para verificar que los datos obtenidos corresponden a una distribución normal tanto en PrePrueba como en PostPrueba.

Paso 3: Realizamos la prueba estadística t-student con 2 muestras (PrePrueba y PostPrueba) con el software estadístico.

Paso 4: Obtenemos el p-value a fin de realizar el análisis de resultados.

Paso 5: Aceptamos o rechazamos la hipótesis específica nula.

### 3.6 Análisis de datos

**Tabla 8**

*Procesamiento y análisis de datos*

| Instrumentos de recolección | Instrumentos de análisis |
|-----------------------------|--------------------------|
| Cuestionario                | Software estadístico     |
| Guía de observación         | Simuladores              |

### 3.7 Consideraciones éticas

El investigador de este proyecto se compromete a seguir los lineamientos éticos básicos de objetividad, honestidad, respeto de los derechos de autor y respeto por las investigaciones revisadas previamente, así como un análisis crítico para evitar cualquier riesgo y consecuencias perjudiciales para las empresas que apoyan la investigación.

Todo documento, tesis, publicación, etc. de autoría de terceros será referenciado con la norma APA 7ma edición a fin de evitar el plagio.

Siguiendo los lineamientos de confidencialidad y consentimiento de la información, toda información generada en la prueba de concepto virtual estará basada en datos de ciudades existentes y en caso de requerir información sensible, esta no será publicada a fin de proteger los intereses de los que apoyan la investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Cronograma de actividades

Se muestran el cronograma de actividades con el enfoque de la metodología Scrum donde se plantean los Sprints necesarios para concretar la aplicación del modelo propuesto:

**Tabla 9:**

*Cronograma*

|   | Actividad                                                                                                          | Duración(días) | Inicio     | Fin        | Dependencia |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|------------|-------------|
|   | Modelo de implementación para la automatización de operaciones para el proceso de ejecución de pruebas de software | 60             | 01/07/2024 | 30/08/2024 |             |
| 1 | Sprint 01 - Desarrollo del modelo propuesto                                                                        | 5              | 01/07/2024 | 05/07/2024 |             |
| 2 | Análisis de requerimientos de automatización                                                                       | 1              | 01/07/2024 | 01/07/2024 |             |
| 3 | Selección de plataformas tecnológicas incluidas en el modelo                                                       | 1              | 02/07/2024 | 02/07/2024 | 2           |
| 4 | Documentación de las fases y actividades                                                                           | 2              | 03/07/2024 | 04/07/2024 | 3           |
| 5 | Elaboración de plantillas y formatos de entregables                                                                | 1              | 05/07/2024 | 05/07/2024 | 4           |

|    |                                                                     |    |            |            |    |
|----|---------------------------------------------------------------------|----|------------|------------|----|
| 6  | Sprint 02 - Implementación de la arquitectura general de la PoC     | 4  | 06/07/2024 | 09/07/2024 | 1  |
| 7  | Diseño de la solución de automatización                             | 1  | 06/07/2024 | 06/07/2024 | 1  |
| 8  | Diseño de los componentes de integración de plataforma              | 1  | 07/07/2024 | 07/07/2024 | 7  |
| 9  | Elaboración del plan de implementación                              | 1  | 08/07/2024 | 08/07/2024 | 8  |
| 10 | Documentación de la arquitectura general                            | 1  | 09/07/2024 | 09/07/2024 | 9  |
| 11 | Sprint 03 - Implementación de la solución de automatización Ansible | 12 | 10/07/2024 | 21/07/2024 | 6  |
| 12 | Preparación de los sistemas virtuales para Ansible                  | 1  | 10/07/2024 | 10/07/2024 | 6  |
| 13 | Instalación de la solución Ansible                                  | 3  | 11/07/2024 | 13/07/2024 | 12 |
| 14 | Configuración de contenidos de automatización                       | 5  | 14/07/2024 | 18/07/2024 | 13 |
| 15 | Despliegue de los programas de ejecución de pruebas                 | 2  | 19/07/2024 | 20/07/2024 | 14 |
| 16 | Documentación de la plataforma Ansible implementada                 | 1  | 21/07/2024 | 21/07/2024 | 15 |
| 17 | Sprint 04 - Implementación de la solución de contenidos y código    | 3  | 22/07/2024 | 24/07/2024 | 11 |
| 18 | Preparación de los sistemas virtuales para GitLab                   | 1  | 22/07/2024 | 22/07/2024 | 11 |
| 19 | Instalación de la solución GitLab                                   | 1  | 23/07/2024 | 23/07/2024 | 18 |
| 20 | Documentación de la plataforma GitLab implementada                  | 1  | 24/07/2024 | 24/07/2024 | 19 |
| 21 | Sprint 05 - Implementación de la solución de CI/CD                  | 8  | 25/07/2024 | 01/08/2024 | 11 |

|    |                                                                         |    |            |            |          |
|----|-------------------------------------------------------------------------|----|------------|------------|----------|
| 22 | Preparación de los sistemas virtuales para OpenShift                    | 1  | 25/07/2024 | 25/07/2024 | 11       |
| 23 | Instalación de la solución OpenShift                                    | 2  | 26/07/2024 | 27/07/2024 | 22       |
| 24 | Configuración de los operadores destinados a pruebas de software        | 4  | 28/07/2024 | 31/07/2024 | 23       |
| 25 | Documentación de la plataforma OpenShift implementada                   | 1  | 01/08/2024 | 01/08/2024 | 24       |
| 26 | Sprint 06 - Implementación de la solución de reportes                   | 3  | 02/08/2024 | 04/08/2024 | 11,17,21 |
| 27 | Preparación de los sistemas virtuales para reportes                     | 1  | 02/08/2024 | 02/08/2024 | 11,17,21 |
| 28 | Instalación de la solución reportes                                     | 1  | 03/08/2024 | 03/08/2024 | 27       |
| 29 | Documentación de la plataforma reportes implementada                    | 1  | 04/08/2024 | 04/08/2024 | 28       |
| 30 | Sprint 07 - Implementación de la solución de autenticación centralizada | 4  | 05/08/2024 | 09/08/2024 | 26       |
| 31 | Preparación de los sistemas virtuales para IDM                          | 1  | 05/08/2024 | 05/08/2024 | 26       |
| 32 | Instalación de la solución IDM                                          | 1  | 06/08/2024 | 06/08/2024 | 31       |
| 33 | Creación de los usuarios administradores y operadores de la plataforma  | 2  | 07/08/2024 | 08/08/2024 | 32       |
| 34 | Documentación de la plataforma IDM implementada                         | 1  | 09/08/2024 | 09/08/2024 | 33       |
| 35 | Sprint 08 - Ejecución de pruebas de software bajo la nueva plataforma   | 18 | 10/08/2024 | 30/08/2024 | 26,30    |
| 36 | Creación de planes de pruebas                                           | 7  | 10/08/2024 | 16/08/2024 | 26,30    |
| 37 | Ejecución de planes de pruebas                                          | 10 | 17/08/2024 | 26/08/2024 | 36       |

|    |                                                                   |   |            |            |    |
|----|-------------------------------------------------------------------|---|------------|------------|----|
| 38 | Documentación de resultados de pruebas en el software de reportes | 3 | 27/08/2024 | 30/08/2024 | 37 |
|----|-------------------------------------------------------------------|---|------------|------------|----|

Elaboración propia

## 4.2 Presentación de datos

Se muestran los valores de la Pre-Prueba y la Post-Prueba de cada uno de los 5 indicadores obtenidos en la investigación:

**Tabla 10:**

*Valores de indicadores*

| Indicador 01 |           |            | Indicador 02 |            | Indicador 03    |            | Indicador 04 |            | Indicador 05            |            |
|--------------|-----------|------------|--------------|------------|-----------------|------------|--------------|------------|-------------------------|------------|
| Eficiencia   |           |            | Riesgo       |            | Mejora continua |            | Calidad      |            | Satisfacción al cliente |            |
| Nro          | PrePrueba | PostPrueba | PrePrueba    | PostPrueba | PrePrueba       | PostPrueba | PrePrueba    | PostPrueba | PrePrueba               | PostPrueba |
| 1            | 53        | 65         | 88           | 44         | 45              | 56         | 54           | 72         | 59                      | 77         |
| 2            | 67        | 82         | 87           | 54         | 32              | 38         | 74           | 97         | 68                      | 84         |
| 3            | 66        | 81         | 83           | 65         | 49              | 57         | 64           | 82         | 48                      | 61         |
| 4            | 61        | 77         | 88           | 58         | 32              | 37         | 64           | 78         | 45                      | 57         |
| 5            | 69        | 83         | 90           | 63         | 48              | 55         | 59           | 69         | 66                      | 84         |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 6  | 59 | 74 | 90 | 57 | 43 | 53 | 70 | 90 | 52 | 68 |
| 7  | 73 | 91 | 86 | 56 | 49 | 60 | 68 | 88 | 66 | 81 |
| 8  | 66 | 86 | 70 | 65 | 39 | 48 | 50 | 65 | 61 | 73 |
| 9  | 72 | 89 | 89 | 62 | 34 | 40 | 70 | 95 | 69 | 89 |
| 10 | 57 | 70 | 73 | 51 | 31 | 39 | 54 | 72 | 62 | 79 |
| 11 | 53 | 68 | 79 | 52 | 38 | 46 | 54 | 65 | 66 | 81 |
| 12 | 64 | 82 | 83 | 57 | 45 | 54 | 73 | 87 | 56 | 67 |
| 13 | 70 | 84 | 84 | 58 | 35 | 41 | 71 | 92 | 69 | 88 |
| 14 | 65 | 83 | 82 | 65 | 31 | 35 | 75 | 90 | 63 | 80 |
| 15 | 47 | 60 | 70 | 46 | 36 | 42 | 65 | 85 | 45 | 59 |
| 16 | 70 | 90 | 75 | 58 | 32 | 40 | 69 | 90 | 49 | 61 |
| 17 | 60 | 74 | 76 | 55 | 42 | 53 | 75 | 94 | 56 | 71 |
| 18 | 67 | 86 | 81 | 65 | 31 | 38 | 64 | 81 | 63 | 77 |
| 19 | 53 | 65 | 87 | 42 | 39 | 46 | 54 | 66 | 70 | 91 |
| 20 | 64 | 80 | 78 | 58 | 41 | 50 | 67 | 89 | 46 | 58 |
| 21 | 54 | 66 | 86 | 51 | 33 | 38 | 75 | 93 | 54 | 65 |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 22 | 64 | 77 | 79 | 48 | 50 | 60 | 75 | 93 | 50 | 61 |
| 23 | 74 | 93 | 72 | 60 | 30 | 38 | 60 | 77 | 62 | 78 |
| 24 | 70 | 84 | 83 | 52 | 39 | 45 | 65 | 87 | 53 | 67 |
| 25 | 48 | 60 | 80 | 44 | 37 | 46 | 51 | 67 | 64 | 81 |
| 26 | 52 | 67 | 71 | 43 | 44 | 52 | 66 | 84 | 63 | 76 |
| 27 | 47 | 59 | 72 | 37 | 41 | 49 | 59 | 77 | 57 | 71 |
| 28 | 66 | 84 | 80 | 52 | 50 | 60 | 72 | 89 | 59 | 72 |
| 29 | 74 | 93 | 83 | 57 | 33 | 38 | 59 | 74 | 67 | 86 |
| 30 | 52 | 64 | 73 | 46 | 37 | 43 | 66 | 85 | 54 | 70 |

---

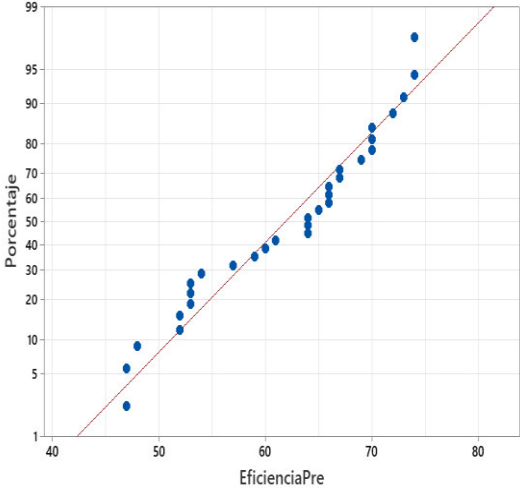
Fuente: Elaboración propia

4.3 Pruebas de normalidad

Se realiza la prueba de normalidad de datos en cada uno de los cinco indicadores para determinar el tipo de prueba de contrastación de hipótesis (paramétricas o no paramétricas)

Tabla 11:

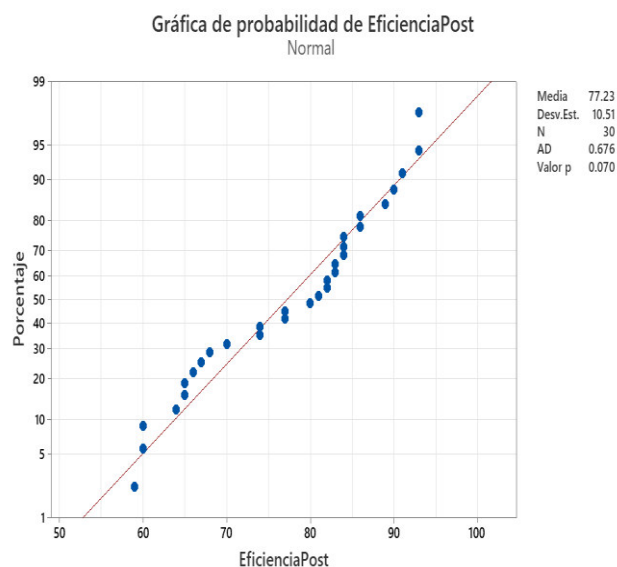
Pruebas de normalidad

| Indicador                                         | Prueba de normalidad                                                                                                                                                                                                            | Conclusión                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador 01:<br><br>Pre-Prueba<br><br>Eficiencia | <p>Gráfica de probabilidad de EficienciaPre</p> <p>Normal</p>  <p>Media 61.9<br/>Desv.Est. 8.430<br/>N 30<br/>AD 0.701<br/>Valor p 0.060</p> | El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de p ( $p>0.05$ ; $p=0.060$ ), que el indicador eficiencia de la Pre-Prueba si presenta una distribución normal. |

Indicador 01:

Post-Prueba

Eficiencia

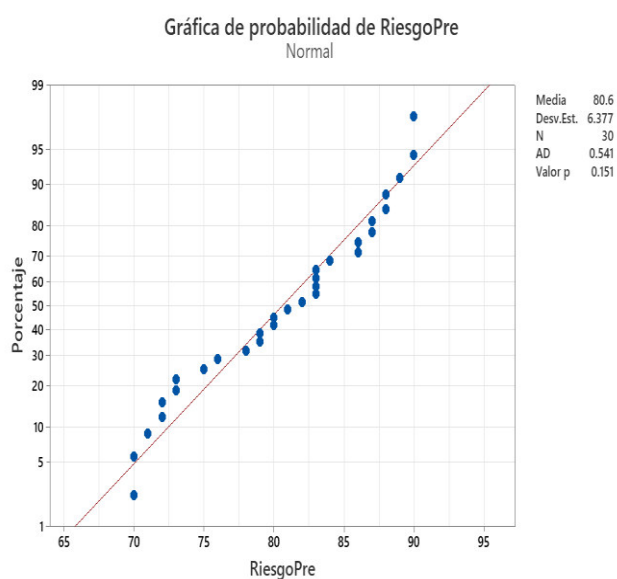


El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.070$ ), que el indicador eficiencia de la Post-Prueba **si presenta una distribución normal.**

Indicador 02:

Pre-Prueba

Riesgo

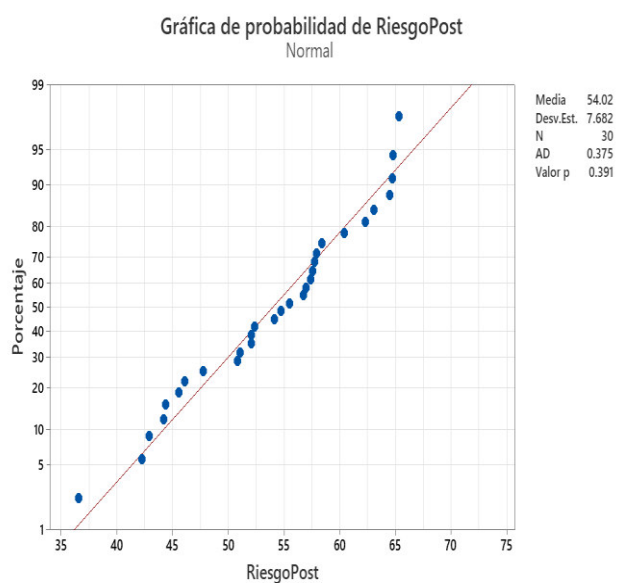


El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.151$ ), que el indicador riesgo de la Pre-Prueba **si presenta una distribución normal.**

Indicador 02:

Post-Prueba

Riesgo

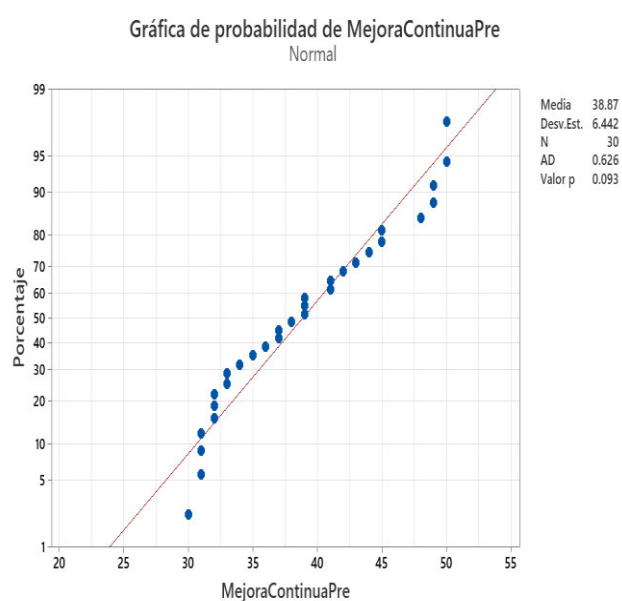


El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.391$ ), que el indicador riesgo de la Post-Prueba **si presenta una distribución normal.**

Indicador 03:

Pre-Prueba

Mejora continua

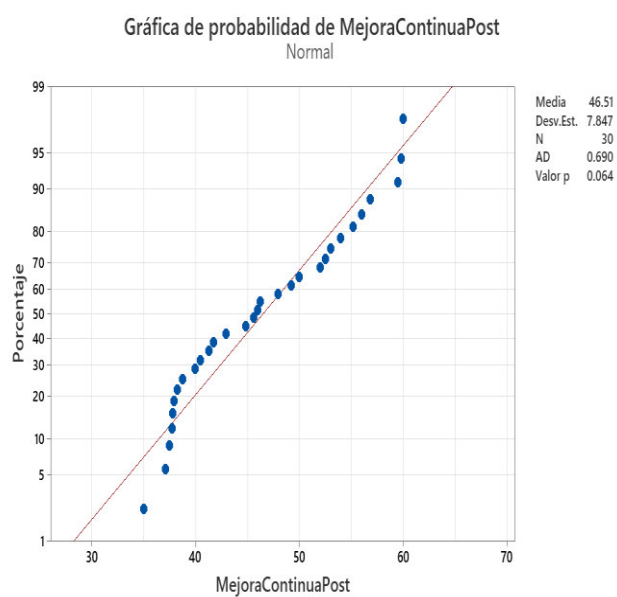


El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.093$ ), que el indicador mejora continua de la Pre-Prueba **si presenta una distribución normal.**

Indicador 03:

Post-Prueba

Mejora continua

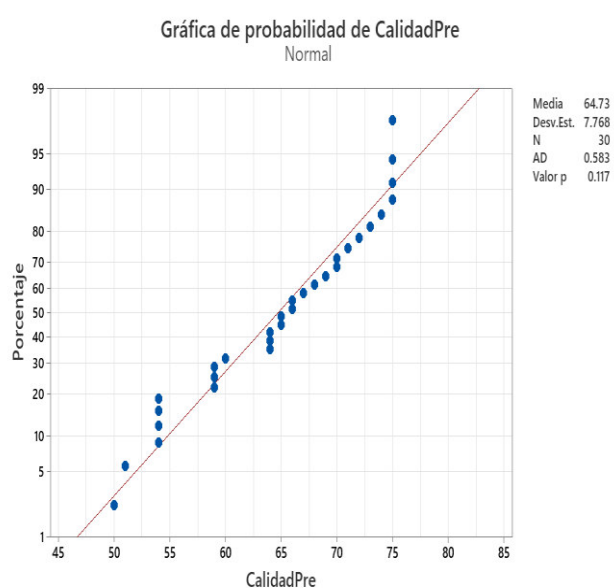


El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.064$ ), que el indicador mejora continua de la Post-Prueba **si presenta una distribución normal.**

Indicador 04:

Pre-Prueba

Calidad

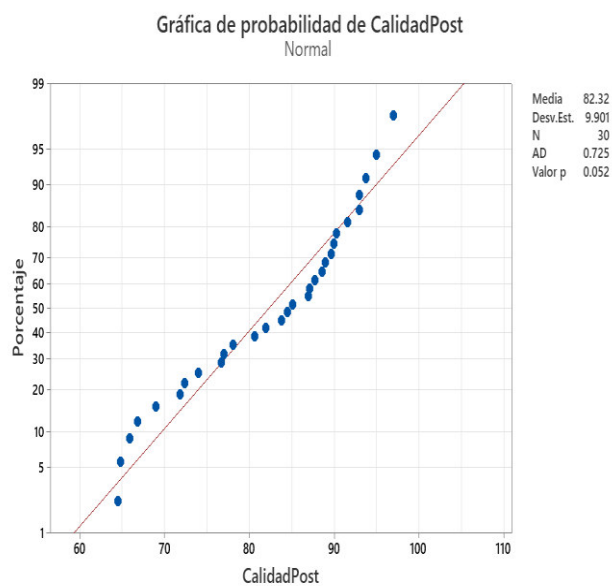


El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.117$ ), que el indicador calidad de la Pre-Prueba **si presenta una distribución normal.**

Indicador 04:

Post-Prueba

Calidad

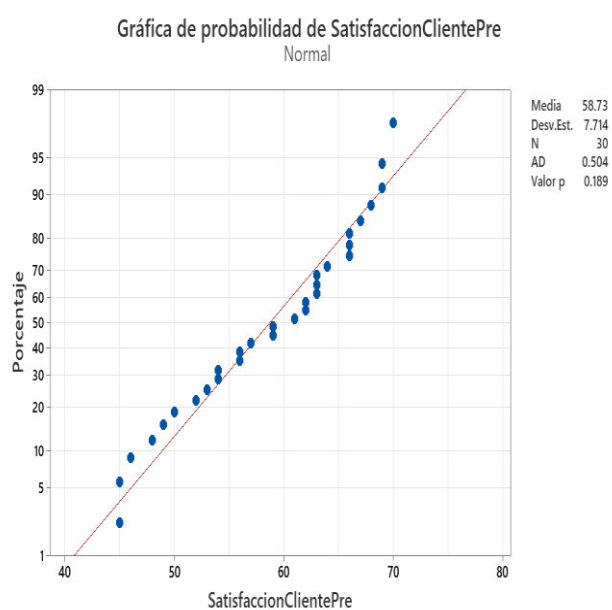


El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.052$ ), que el indicador calidad de la Post-Prueba **si presenta una distribución normal.**

Indicador 05:

Pre-Prueba

Satisfacción al cliente



El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.189$ ), que el indicador satisfacción al cliente de la Pre-Prueba **si presenta una**

Indicador 05:

Post-Prueba

Satisfacción al  
cliente



**distribución  
normal.**

El resultado de la prueba de Anderson-Darling determina por el valor de  $p$  ( $p > 0.05$ ;  $p = 0.591$ ), que el indicador satisfacción al cliente de la Post-Prueba si presenta una distribución normal.

---

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Contrastación de hipótesis

En todos los casos, la prueba de normalidad de datos fue aceptada, por lo tanto, se aplica la prueba de contrastación de hipótesis t-student para 2 muestras relacionadas

**Hipótesis específica 01: Indicador de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software:**

**Ha:** La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a aumentar el índice de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software.

**Ho:** La aplicación de un modelo de implementación no automatiza las operaciones y no contribuye a aumentar el índice de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software.

$\mu_1$  = Media del indicador eficiencia en la PrePrueba

$\mu_2$  = Media del indicador eficiencia en la PostPrueba

Ha:  $\mu_1 < \mu_2$

Ho:  $\mu_1 \geq \mu_2$

**Tabla 12**

*Prueba estadística t-student del indicador eficiencia*

|                     | Pre-Prueba | Post-Prueba |
|---------------------|------------|-------------|
| Media               | 61.90      | 77.20       |
| Desviación Estándar | 8.43       | 10.5        |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Observaciones (n) | 30    |
| Valor t           | -6.23 |
| Valor p           | 0.00  |

---

Fuente: Elaboración propia

**Puesto que el valor-p < 0.05, los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), por lo tanto, la hipótesis alterna (H<sub>a</sub>) es aceptada.**

**Hipótesis específica 02: Indicador de riesgo del proceso de ejecución de pruebas de software:**

**H<sub>a</sub>:** La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a mitigar el índice de riesgos del proceso de ejecución de pruebas de software.

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de un modelo de implementación no automatiza las operaciones y no contribuye a mitigar el índice de riesgos del proceso de ejecución de pruebas de software.

$\mu_1$  = Media del indicador riesgo en la PrePrueba

$\mu_2$  = Media del indicador riesgo en la PostPrueba

H<sub>a</sub>:  $\mu_1 > \mu_2$

H<sub>0</sub>:  $\mu_1 \leq \mu_2$

**Tabla 13***Prueba estadística t-student del indicador riesgo*

|                     | Pre-Prueba | Post-Prueba |
|---------------------|------------|-------------|
| Media               | 80.60      | 54.02       |
| Desviación Estándar | 6.38       | 7.68        |
| Observaciones (n)   |            | 30          |
| Valor t             |            | 14.56       |
| Valor p             |            | 0.00        |

Fuente: Elaboración propia

**Puesto que el valor- $p < 0.05$ , los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo tanto, la hipótesis alterna ( $H_a$ ) es aceptada.**

**Hipótesis específica 03: Indicador de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software:**

**$H_a$ :** La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a aumentar el índice de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software.

**$H_0$ :** La aplicación de un modelo de implementación no automatiza las operaciones y no contribuye a aumentar el índice de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software.

$\mu_1$  = Media del indicador mejora continua en la PrePrueba

$\mu_2$  = Media del indicador mejora continua en la PostPrueba

$H_a: \mu_1 < \mu_2$

$H_o: \mu_1 \geq \mu_2$

**Tabla 14**

*Prueba estadística t-student del indicador mejora continua*

|                     | Pre-Prueba | Post-Prueba |
|---------------------|------------|-------------|
| Media               | 38.87      | 46.51       |
| Desviación Estándar | 6.44       | 7.85        |
| Observaciones (n)   |            | 30          |
| Valor t             |            | -4.12       |
| Valor p             |            | 0.00        |

Fuente: Elaboración propia

**Puesto que el valor-p < 0.05, los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ( $H_o$ ), por lo tanto, la hipótesis alterna ( $H_a$ ) es aceptada.**

**Hipótesis específica 04: Indicador de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software:**

**$H_a$ :** La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a incrementar el índice de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software.

**$H_o$ :** La aplicación de un modelo de implementación no automatiza las operaciones y no contribuye a incrementar el índice de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software.

$\mu_1$  = Media del indicador de calidad en la PrePrueba

$\mu_2$  = Media del indicador de calidad en la PostPrueba

$H_a: \mu_1 < \mu_2$

$H_o: \mu_1 \geq \mu_2$

**Tabla 15**

*Prueba estadística t-student del indicador calidad*

|                     | Pre-Prueba | Post-Prueba |
|---------------------|------------|-------------|
| Media               | 64.73      | 82.32       |
| Desviación Estándar | 7.77       | 9.90        |
| Observaciones (n)   |            | 30          |
| Valor t             |            | -7.66       |
| Valor p             |            | 0.00        |

Fuente: Elaboración propia

**Puesto que el valor- $p < 0.05$ , los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ( $H_o$ ), por lo tanto, la hipótesis alterna ( $H_a$ ) es aceptada.**

**Hipótesis específica 05: Indicador de satisfacción al cliente del proceso de ejecución de pruebas de software:**

**$H_a$ :** La aplicación de un modelo de implementación automatiza las operaciones y contribuye a incrementar el índice de satisfacción del cliente del proceso de ejecución de pruebas de software.

**Ho:** La aplicación de un modelo de implementación no automatiza las operaciones y no contribuye a incrementar el índice de satisfacción del cliente del proceso de ejecución de pruebas de software.

$\mu_1$  = Media del indicador satisfacción al cliente en la PrePrueba

$\mu_2$  = Media del indicador satisfacción al cliente en la PostPrueba

$H_a: \mu_1 < \mu_2$

$H_o: \mu_1 \geq \mu_2$

**Tabla 16:**

*Prueba estadística del indicador satisfacción al cliente*

|                     | Pre-Prueba | Post-Prueba |
|---------------------|------------|-------------|
| Media               | 58.73      | 73.63       |
| Desviación Estándar | 7.71       | 9.80        |
| Observaciones (n)   |            | 30          |
| Valor t             |            | -6.54       |
| Valor p             |            | 0.00        |

Fuente: Elaboración propia

**Puesto que el valor-p < 0.05, los resultados proporcionan la suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (Ho), por lo tanto, la hipótesis alterna (Ha) es aceptada.**

**En conclusión, al aceptar las cinco hipótesis específicas, se acepta la hipótesis general planteada.**

#### **4.5 Interpretación de los resultados**

A fin de interpretar los resultados de la estadística en secciones previas, se debe interpretar los resultados con las metas planteadas en el proceso de investigación y verificar el cumplimiento de los mismos por cada uno de los indicadores e hipótesis específicas:

**Tabla 17:**

*Interpretación de resultados de los indicadores de investigación*

| Nº                   | Pre<br>Prueba | Post<br>Prueba | Existe<br>mejora | Porcentaje<br>de mejora | Unidades de<br>mejora | Interpretación          |
|----------------------|---------------|----------------|------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Indicador eficiencia |               |                |                  |                         |                       |                         |
| 1                    | 53            | 65             | SI               | 22.64                   | 12                    | Del 100% de los casos   |
| 2                    | 67            | 82             | SI               | 22.39                   | 15                    | de la PostPrueba se ha  |
| 3                    | 66            | 81             | SI               | 22.73                   | 15                    | identificado que ha     |
| 4                    | 61            | 77             | SI               | 26.23                   | 16                    | mejorado                |
| 5                    | 69            | 83             | SI               | 20.29                   | 14                    | significativamente con  |
| 6                    | 59            | 74             | SI               | 25.42                   | 15                    | respecto a los casos de |
| 7                    | 73            | 91             | SI               | 24.66                   | 18                    | PrePrueba               |
| 8                    | 66            | 86             | SI               | 30.30                   | 20                    |                         |
| 9                    | 72            | 89             | SI               | 23.61                   | 17                    | El indicador eficiencia |
| 10                   | 57            | 70             | SI               | 22.81                   | 13                    | de los casos de la      |
| 11                   | 53            | 68             | SI               | 28.30                   | 15                    | PostPrueba con          |
| 12                   | 64            | 82             | SI               | 28.13                   | 18                    | respecto a la PrePrueba |

|    |    |    |    |       |    |                          |
|----|----|----|----|-------|----|--------------------------|
| 13 | 70 | 84 | SI | 20.00 | 14 | mejoro en un promedio    |
| 14 | 65 | 83 | SI | 27.69 | 18 | de 24.81%.               |
| 15 | 47 | 60 | SI | 27.66 | 13 |                          |
| 16 | 70 | 90 | SI | 28.57 | 20 | El indicador eficiencia  |
| 17 | 60 | 74 | SI | 23.33 | 14 | de los casos de la       |
| 18 | 67 | 86 | SI | 28.36 | 19 | PostPrueba con           |
| 19 | 53 | 65 | SI | 22.64 | 12 | respecto a la PrePrueba  |
| 20 | 64 | 80 | SI | 25.00 | 16 | mejoro en un promedio    |
| 21 | 54 | 66 | SI | 22.22 | 12 | de 15.33 unidades.       |
| 22 | 64 | 77 | SI | 20.31 | 13 |                          |
| 23 | 74 | 93 | SI | 25.68 | 19 | El 66.67% de los casos   |
| 24 | 70 | 84 | SI | 20.00 | 14 | de la PostPrueba         |
| 25 | 48 | 60 | SI | 25.00 | 12 | superan la meta          |
| 26 | 52 | 67 | SI | 28.85 | 15 | propuesta en la presente |
| 27 | 47 | 59 | SI | 25.53 | 12 | investigación (72)       |
| 28 | 66 | 84 | SI | 27.27 | 18 | indicadas en la Tabla 2. |
| 29 | 74 | 93 | SI | 25.68 | 19 |                          |
| 30 | 52 | 64 | SI | 23.08 | 12 |                          |

---

Indicador riesgo

---

|   |    |    |    |       |    |                        |
|---|----|----|----|-------|----|------------------------|
| 1 | 88 | 44 | SI | 50.00 | 44 | Del 100% de los casos  |
| 2 | 87 | 54 | SI | 37.93 | 33 | de la PostPrueba se ha |
| 3 | 83 | 65 | SI | 21.69 | 18 | identificado que ha    |
| 4 | 88 | 58 | SI | 34.09 | 30 | mejorado               |
| 5 | 90 | 63 | SI | 30.00 | 27 | significativamente con |
| 6 | 90 | 57 | SI | 36.67 | 33 |                        |

---

|    |    |    |    |       |    |                          |
|----|----|----|----|-------|----|--------------------------|
| 7  | 86 | 56 | SI | 34.88 | 30 | respecto a los casos de  |
| 8  | 70 | 65 | SI | 7.14  | 5  | PrePrueba                |
| 9  | 89 | 62 | SI | 30.34 | 27 |                          |
| 10 | 73 | 51 | SI | 30.14 | 22 | El indicador riesgo de   |
| 11 | 79 | 52 | SI | 34.18 | 27 | los casos de la          |
| 12 | 83 | 57 | SI | 31.33 | 26 | PostPrueba con           |
| 13 | 84 | 58 | SI | 30.95 | 26 | respecto a la PrePrueba  |
| 14 | 82 | 65 | SI | 20.73 | 17 | mejoro en un promedio    |
| 15 | 70 | 46 | SI | 34.29 | 24 | de 32.74%.               |
| 16 | 75 | 58 | SI | 22.67 | 17 |                          |
| 17 | 76 | 55 | SI | 27.63 | 21 |                          |
| 18 | 81 | 65 | SI | 19.75 | 16 | El indicador riesgo de   |
| 19 | 87 | 42 | SI | 51.72 | 45 | los casos de la          |
| 20 | 78 | 58 | SI | 25.64 | 20 | PostPrueba con           |
| 21 | 86 | 51 | SI | 40.70 | 35 | respecto a la PrePrueba  |
| 22 | 79 | 48 | SI | 39.24 | 31 | mejoro en un promedio    |
| 23 | 72 | 60 | SI | 16.67 | 12 | de 26.57 unidades.       |
| 24 | 83 | 52 | SI | 37.35 | 31 |                          |
| 25 | 80 | 44 | SI | 45.00 | 36 | El 80.00% de los casos   |
| 26 | 71 | 43 | SI | 39.44 | 28 | de la PostPrueba         |
| 27 | 72 | 37 | SI | 48.61 | 35 | superan la meta          |
| 28 | 80 | 52 | SI | 35.00 | 28 | propuesta en la presente |
| 29 | 83 | 57 | SI | 31.33 | 26 | investigación (60)       |
| 30 | 73 | 46 | SI | 36.99 | 27 | indicadas en la Tabla 2. |

---

| Indicador mejora continua |    |    |    |       |    |                          |
|---------------------------|----|----|----|-------|----|--------------------------|
| 1                         | 45 | 56 | SI | 24.44 | 11 | Del 100% de los casos    |
| 2                         | 32 | 38 | SI | 18.75 | 6  | de la PostPrueba se ha   |
| 3                         | 49 | 57 | SI | 16.33 | 8  | identificado que ha      |
| 4                         | 32 | 37 | SI | 15.63 | 5  | mejorado                 |
| 5                         | 48 | 55 | SI | 14.58 | 7  | significativamente con   |
| 6                         | 43 | 53 | SI | 23.26 | 10 | respecto a los casos de  |
| 7                         | 49 | 60 | SI | 22.45 | 11 | PrePrueba                |
| 8                         | 39 | 48 | SI | 23.08 | 9  |                          |
| 9                         | 34 | 40 | SI | 17.65 | 6  |                          |
| 10                        | 31 | 39 | SI | 25.81 | 8  | El indicador mejora      |
| 11                        | 38 | 46 | SI | 21.05 | 8  | continua de los casos de |
| 12                        | 45 | 54 | SI | 20.00 | 9  | la PostPrueba con        |
| 13                        | 35 | 41 | SI | 17.14 | 6  | respecto a la PrePrueba  |
| 14                        | 31 | 35 | SI | 12.90 | 4  | mejoro en un promedio    |
| 15                        | 36 | 42 | SI | 16.67 | 6  | de 19.80%.               |
| 16                        | 32 | 40 | SI | 25.00 | 8  |                          |
| 17                        | 42 | 53 | SI | 26.19 | 11 |                          |
| 18                        | 31 | 38 | SI | 22.58 | 7  | El indicador mejora      |
| 19                        | 39 | 46 | SI | 17.95 | 7  | continua de los casos de |
| 20                        | 41 | 50 | SI | 21.95 | 9  | la PostPrueba con        |
| 21                        | 33 | 38 | SI | 15.15 | 5  | respecto a la PrePrueba  |
| 22                        | 50 | 60 | SI | 20.00 | 10 | mejoro en un promedio    |
| 23                        | 30 | 38 | SI | 26.67 | 8  | de 7.70 unidades.        |

|    |    |    |    |       |    |                                                                                                                              |
|----|----|----|----|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24 | 39 | 45 | SI | 15.38 | 6  | El 56.67% de los casos de la PostPrueba superan la meta propuesta en la presente investigación (55) indicadas en la Tabla 2. |
| 25 | 37 | 46 | SI | 24.32 | 9  |                                                                                                                              |
| 26 | 44 | 52 | SI | 18.18 | 8  |                                                                                                                              |
| 27 | 41 | 49 | SI | 19.51 | 8  |                                                                                                                              |
| 28 | 50 | 60 | SI | 20.00 | 10 |                                                                                                                              |
| 29 | 33 | 38 | SI | 15.15 | 5  |                                                                                                                              |
| 30 | 37 | 43 | SI | 16.22 | 6  |                                                                                                                              |

---

Indicador calidad

---

|    |    |    |    |       |    |                                                                                                                                    |
|----|----|----|----|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 54 | 72 | SI | 33.33 | 18 | Del 100% de los casos de la PostPrueba se ha identificado que ha mejorado significativamente con respecto a los casos de PrePrueba |
| 2  | 74 | 97 | SI | 31.08 | 23 |                                                                                                                                    |
| 3  | 64 | 82 | SI | 28.13 | 18 |                                                                                                                                    |
| 4  | 64 | 78 | SI | 21.88 | 14 |                                                                                                                                    |
| 5  | 59 | 69 | SI | 16.95 | 10 |                                                                                                                                    |
| 6  | 70 | 90 | SI | 28.57 | 20 |                                                                                                                                    |
| 7  | 68 | 88 | SI | 29.41 | 20 |                                                                                                                                    |
| 8  | 50 | 65 | SI | 30.00 | 15 |                                                                                                                                    |
| 9  | 70 | 95 | SI | 35.71 | 25 |                                                                                                                                    |
| 10 | 54 | 72 | SI | 33.33 | 18 | El indicador calidad de los casos de la PostPrueba con respecto a la PrePrueba mejoro en un promedio                               |
| 11 | 54 | 65 | SI | 20.37 | 11 |                                                                                                                                    |
| 12 | 73 | 87 | SI | 19.18 | 14 |                                                                                                                                    |
| 13 | 71 | 92 | SI | 29.58 | 21 |                                                                                                                                    |
| 14 | 75 | 90 | SI | 20.00 | 15 |                                                                                                                                    |
| 15 | 65 | 85 | SI | 30.77 | 20 |                                                                                                                                    |

---

|    |    |    |    |       |    |                          |
|----|----|----|----|-------|----|--------------------------|
| 16 | 69 | 90 | SI | 30.43 | 21 | de 27.43%.               |
| 17 | 75 | 94 | SI | 25.33 | 19 |                          |
| 18 | 64 | 81 | SI | 26.56 | 17 |                          |
| 19 | 54 | 66 | SI | 22.22 | 12 | El indicador calidad de  |
| 20 | 67 | 89 | SI | 32.84 | 22 | los casos de la          |
| 21 | 75 | 93 | SI | 24.00 | 18 | PostPrueba con           |
| 22 | 75 | 93 | SI | 24.00 | 18 | respecto a la PrePrueba  |
| 23 | 60 | 77 | SI | 28.33 | 17 | mejoro en un promedio    |
| 24 | 65 | 87 | SI | 33.85 | 22 | de 17.70 unidades.       |
| 25 | 51 | 67 | SI | 31.37 | 16 |                          |
| 26 | 66 | 84 | SI | 27.27 | 18 |                          |
| 27 | 59 | 77 | SI | 30.51 | 18 | El 83.33% de los casos   |
| 28 | 72 | 89 | SI | 23.61 | 17 | de la PostPrueba         |
| 29 | 59 | 74 | SI | 25.42 | 15 | superan la meta          |
| 30 | 66 | 85 | SI | 28.79 | 19 | propuesta en la presente |
|    |    |    |    |       |    | investigación (70)       |
|    |    |    |    |       |    | indicadas en la Tabla 2. |

| Indicador satisfacción al cliente |    |    |    |       |    |                         |
|-----------------------------------|----|----|----|-------|----|-------------------------|
| 1                                 | 59 | 77 | SI | 30.51 | 18 | Del 100% de los casos   |
| 2                                 | 68 | 84 | SI | 23.53 | 16 | de la PostPrueba se ha  |
| 3                                 | 48 | 61 | SI | 27.08 | 13 | identificado que ha     |
| 4                                 | 45 | 57 | SI | 26.67 | 12 | mejorado                |
| 5                                 | 66 | 84 | SI | 27.27 | 18 | significativamente con  |
| 6                                 | 52 | 68 | SI | 30.77 | 16 | respecto a los casos de |
| 7                                 | 66 | 81 | SI | 22.73 | 15 | PrePrueba               |

|    |    |    |    |       |    |                                                                                                                              |
|----|----|----|----|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | 61 | 73 | SI | 19.67 | 12 | El 66.67% de los casos de la PostPrueba superan la meta propuesta en la presente investigación (70) indicadas en la Tabla 2. |
| 9  | 69 | 89 | SI | 28.99 | 20 |                                                                                                                              |
| 10 | 62 | 79 | SI | 27.42 | 17 |                                                                                                                              |
| 11 | 66 | 81 | SI | 22.73 | 15 |                                                                                                                              |
| 12 | 56 | 67 | SI | 19.64 | 11 |                                                                                                                              |
| 13 | 69 | 88 | SI | 27.54 | 19 |                                                                                                                              |
| 14 | 63 | 80 | SI | 26.98 | 17 |                                                                                                                              |
| 15 | 45 | 59 | SI | 31.11 | 14 |                                                                                                                              |
| 16 | 49 | 61 | SI | 24.49 | 12 |                                                                                                                              |
| 17 | 56 | 71 | SI | 26.79 | 15 |                                                                                                                              |
| 18 | 63 | 77 | SI | 22.22 | 14 |                                                                                                                              |
| 19 | 70 | 91 | SI | 30.00 | 21 |                                                                                                                              |
| 20 | 46 | 58 | SI | 26.09 | 12 |                                                                                                                              |
| 21 | 54 | 65 | SI | 20.37 | 11 |                                                                                                                              |
| 22 | 50 | 61 | SI | 22.00 | 11 |                                                                                                                              |
| 23 | 62 | 78 | SI | 25.81 | 16 |                                                                                                                              |
| 24 | 53 | 67 | SI | 26.42 | 14 |                                                                                                                              |
| 25 | 64 | 81 | SI | 26.56 | 17 |                                                                                                                              |
| 26 | 63 | 76 | SI | 20.63 | 13 |                                                                                                                              |
| 27 | 57 | 71 | SI | 24.56 | 14 |                                                                                                                              |
| 28 | 59 | 72 | SI | 22.03 | 13 |                                                                                                                              |
| 29 | 67 | 86 | SI | 28.36 | 19 |                                                                                                                              |
| 30 | 54 | 70 | SI | 29.63 | 16 |                                                                                                                              |

---

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las investigaciones de Parada (2010), Sánchez (2018) e Ibarra (2019) se enfocan en el desarrollo tradicional del software, por lo tanto, las pruebas ejecutadas para garantizar la calidad del mismo tienen un enfoque también tradicional, aunque estas pruebas están muy consolidadas en la industria y garantizan excelentes resultados en indicadores claves, no se flexibilizan a entornos del desarrollo ágil, la presente investigación mejora en gran medida dichos enfoques al proporcionar un modelo capaz de implementar nuevas capas de funcionalidades a través del enfoque ágil a través de la metodología Scrum que flexibiliza el proceso obteniendo mejores resultados en la presente investigación y que puede seguir mejorando a medida que el modelo crezca con aportes de nuevas investigaciones.

Las investigaciones de Malpica (2015), Reyes (2021) y Banda (2022) proponen el uso de soluciones basadas en estándares abiertos y software libre, siendo un gran beneficio considerando las normativas nacionales que sugieren pluralidad y interoperabilidad, sin embargo, dichas investigaciones no proponen modelos de integración a un nivel experto. La presente investigación propone un modelo que integra múltiples plataformas de código abierto que ensamblan una plataforma integral con escalabilidad partiendo de proyectos que las investigaciones referenciadas proponen de forma aislada. En este punto, la presente investigación genera mejoras considerables sobre otras investigaciones a través de su principal aporte que es el modelo desarrollado para gestionar el proceso de implementación de plataformas de automatización de operaciones.

Las investigaciones de Mera (2016), Duquino (2020) y Soraluz et al. (2023) resaltan el uso de controles y lineamientos internacionales como las normas ISO y las nacionales como las NTP, aunque estas normas están siendo implementadas por exigencias del gobierno, la presente investigación va más allá de las exigencias legales e integra controles

definidos por estándares internacionales como los recomendados por entidades privadas que responden inmediatamente a vulnerabilidades, parches, correcciones, bugfix, erratas, entre otros que se liberan día a día y necesitan ser implementadas inmediatamente sin esperar la actualización de estándares internacionales. La presente investigación integra en el modelo propuesto la actualización constante del contenido de pruebas de base de datos internacionales mejorando la calidad del software de forma significativa en comparación de las investigaciones referenciadas.

En las investigaciones de Zuluaga & Bedoya (2018), Layedra et al. (2019) y Chinarro (2019) aplican pruebas de software que debieron ser desarrolladas a medida por las empresas, ya que las herramientas disponibles en el momento no cumplían con los requerimientos de forma parcial, en este sentido, el modelo propuesto plantea un entorno de desarrollo de pruebas basado en estándares abiertos que entrega herramientas de desarrollo continuo CI/CD para entregar de forma más rápida el mismo entorno de desarrollo de pruebas, simplificando el proceso de pruebas con mejores resultados bajo el lenguaje yaml que se orienta a la automatización de operaciones.

En las investigaciones de Villagrán (2022) y Yunga, (2018) se implementan soluciones de automatización e operaciones, aunque se implementan con un enfoque de automatización general para diferentes procesos como la implementación de sistemas, controles, configuraciones, entre otros. La presente investigación aplica el enfoque de procesos de pruebas de software, delimitando el alcance y especializando las rutinas programadas a las pruebas. El modelo propuesto a contar con un alcance libre, permite la integración de la solución principal que es Ansible a otras soluciones como cheff, puppet, packer, etc. con cualquier otro software que requiera, ya que Ansible proporciona un entorno de desarrollo que permite la interoperabilidad con APIs de integración que son

independientes de marcas, sistemas o licencias lo que mejora significativamente la adopción de tecnologías escalables.

## **VI. CONCLUSIONES**

- a) El proceso de ejecución de pruebas de software mejora un promedio de 26.08% con la aplicación del modelo propuesto para la automatización de operaciones.
- b) El indicador de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software mejora un promedio de 24.81% con la aplicación del modelo propuesto para la automatización de operaciones.
- c) El indicador de riesgo del proceso de ejecución de pruebas de software mejora un promedio de 32.74% con la aplicación del modelo propuesto para la automatización de operaciones.
- d) El indicador de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software mejora un promedio de 19.80% con la aplicación del modelo propuesto para la automatización de operaciones.
- e) El indicador de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software mejora un promedio de 27.43% con la aplicación del modelo propuesto para la automatización de operaciones.
- f) El indicador de satisfacción al cliente del proceso de ejecución de pruebas de software mejora un promedio de 25.62% con la aplicación del modelo propuesto para la automatización de operaciones.

## VII. RECOMENDACIONES

- a) El modelo propuesto esta aplicado basado en estándares abiertos, por lo tanto, los resultados de su aplicación pueden mejorar a medida que se implementen nuevas capas de funcionalidades a través de la actualización continua del modelo con nuevas soluciones tecnológicas liberadas en la licencia GPL o de alcance libre.
- b) El indicador eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software puede mejorar con la aplicación de otras soluciones de automatización complementarias a Ansible como son cheff, packer, puppet o soluciones afines desarrolladas por terceros.
- c) El indicador riesgo del proceso de ejecución de pruebas de software puede mejorar con la aplicación continua y actualización de controles y lineamientos de la ISO 31000 sobre gestión de riesgos.
- d) El indicador mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software puede mejorar con la mejora de procesos propuestos en la ISO 9001 y el ciclo PHVA definido por Edward Deming.
- e) El indicador calidad del proceso de ejecución de pruebas de software puede mejorar con la aplicación continua y actualización de controles y lineamientos de la ISO 25010 sobre gestión de calidad de software.
- f) El indicador satisfacción al cliente del proceso de ejecución de pruebas de software puede mejorar con la implementación de soluciones que reduzcan la brecha entre QA testers y usuarios finales como son la computación de borde, internet de las cosas y el uso de encuestas especializadas.

## VIII. REFERENCIAS

- Ansible. (01 de 07 de 2023). *Automation for everyone*. <https://www.ansible.com/>
- Banda, R. (2022). *Automatización pruebas de calidad de código para las aplicaciones web con herramientas de código abierto*. [Tesis de titulación, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio Institucional USIL. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/12208>
- Cabrera, J., & Pareja, C. (2021). *Automatización de pruebas funcionales web para mejorar el área de calidad de software en una empresa del rubro de retails en el año 2021*. [Tesis de titulación, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional UTP. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5634>
- Chinarro, E. (2019). *Definición e implementación del proceso de pruebas de software basado en la NTP-ISO/IEC 12207:2016 aplicado a una empresa consultora de software*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10587>
- Duquino, Á. (2020). *Automatización de un sistema de pruebas de software para la optimización del proceso de calidad de DetectID(TM)*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79288>
- GitLab. (02 de 05 de 2023). *GitLab architecture overview*. <https://docs.gitlab.com/ee/development/architecture.html>
- Godínez, A., & Hernández, G. (2018). *Poder KAIZEN* (1 ed.). Inginius Media Innovation.
- Hogg RV, C. A. (1978). *Introduction to Mathematical Statistics* (4 ed.). Macmillan.

- Ibarra, R. (2019). *SOTESTER – Sistema de recomendación de técnicas de testing de software: Un enfoque colaborativo*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/11706>
- Layedra, N., Ramos, M., Hidalgo, B., & Samaniego, A. (2019). Análisis de la aplicación de pruebas funcionales y pruebas de usabilidad de software en el desarrollo de sistemas web. *Ciencia Digital*, 3(3.4), 180–190.  
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..845>
- León, L. (1 de 12 de 2023). *El Proceso de la Prueba de Software: Lenguajes de Definición de Procesos*. Software Guru23: <https://sg.com.mx/revista/6/el-proceso-de-la-prueba-de-software-lenguajes-de-definicion-de-procesos>
- Liza, E., & Villar, R. (2022). *Implementación de automatización aplicada a pruebas de software del área de calidad de la empresa Entrega Creativa*. [Tesis de titulación, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional UTP.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/6479>
- Malpica, M. (2015). Metodología de implementación de un ERP. Caso: Software libre en la gestión del proceso de ventas en una PYME de la ciudad de Cajamarca, Perú. [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional Pirhua.  
<https://pirhua.udep.edu.pe/items/6679b405-75cd-480b-a4ee-b674ee03bf96>
- Mera, J. (2016). Análisis del proceso de pruebas de calidad de software. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 163–176. <https://doi.org/10.16925/in.v12i20.1482>

Parada, H. (2010). *Contribución a la gestión de los procesos de pruebas de software y servicios* Parada. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid].

<https://oa.upm.es/4019>

RedHat. (01 de 05 de 2023). *La automatización*.

<https://www.redhat.com/es/topics/automation>

RedHat. (01 de 04 de 2023). *Red Hat Ansible Automation Platform*.

<https://www.redhat.com/en/technologies/management/ansible>

Reyes, A. (2021). Metodología de sistemas en la nube para el proceso de despliegue de plataformas tecnológicas. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal].

Repositorio Institucional UNFV.

<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/4861>

Sánchez, M. (2018). Despliegue automatizado de infraestructura de icroservicios y prueba de concepto de su funcionamiento. [Trabajo de fin de master, Universidad de Granada].

[https://wpd.ugr.es/~jorgenavarro/thesis/2018\\_TFM\\_ManuelSanchezLopez.pdf](https://wpd.ugr.es/~jorgenavarro/thesis/2018_TFM_ManuelSanchezLopez.pdf)

Soraluz, A., Vales, M., & Lévano, D. (2023). Desarrollo guiado por comportamiento: buenas prácticas para la calidad de software. *Ingeniería y Desarrollo*, 39(1), 190–204. doi:10.14482/inde.39.1.005.3

Villagrán, F. (2022). *Implementación de Ansible para la configuración de equipos de networking : Implementar Ansible para configurar equipos de networking de forma dinámica*. [Tesis de titulación, Escuela Politécnica Nacional].

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23110>

Yunga, A. (2018). *Implementación del provisionamiento automático de configuraciones (Network Automation) en infraestructuras multivendor con Ansible*. [Tesis de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10935>

Zuluaga, L., & Bedoya, Y. (2018). *Desarrollo de un manual sobre pruebas de software durante el ciclo de desarrollo e implementación*. [Tesis de titulación, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utp.edu.co/items/da224e48-8298-4dc1-9f76-03e84f22d099>

## IX. ANEXOS

### Anexo A: Matriz de consistencia

Tabla 18:

#### Matriz de consistencia

|                        | Problema general                                                                                                                                                                                       | Objetivo general                                                            | Hipótesis general                                                                                                 | Problemas específicos                                                                                                                                                                           | Objetivos específicos                                                                                                                                                                                               | Hipótesis específicas                                                                                                                                                            | Investigación                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la ejecución de pruebas de automatización de operaciones software contribuye a mejorar el proceso de ejecución de pruebas de software? | Mejorar el proceso de implementación para la automatización de operaciones. | La aplicación del modelo de implementación para la automatización de pruebas de ejecución de pruebas de software. | ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a aumentar el índice de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software? | Aumentar el índice de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software aplicando el modelo de implementación para la automatización de operaciones.                                                       | La aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuirá a aumentar el índice de eficiencia del proceso de ejecución de pruebas de software. | Tipo: Básica<br>Nivel: Relacional                                                                                                                                                                 |
|                        | Indicador                                                                                                                                                                                              | Índice                                                                      | Medida                                                                                                            | Unidad de observación                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   |
| Variable independiente | Presencia_Ausencia                                                                                                                                                                                     | [No...Si]                                                                   | -                                                                                                                 | -                                                                                                                                                                                               | ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a incrementar el índice de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software?                     | Incrementar el índice de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software aplicando el modelo de implementación para la automatización de operaciones.                    | La aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuirá a incrementar el índice de calidad del proceso de ejecución de pruebas de software.                  |
|                        | Eficiencia                                                                                                                                                                                             | [1..100]                                                                    | unidades                                                                                                          | Reportes cumplimiento                                                                                                                                                                           | de ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a mitigar el índice de riesgos del proceso de ejecución de pruebas de software?                      | Mitigar el índice de riesgos del proceso de ejecución de pruebas de software aplicando el modelo de implementación para la automatización de operaciones.                        | La aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuirá a mitigar el índice de riesgos del proceso de ejecución de pruebas de software.                      |
| Variable dependiente   | Riesgo                                                                                                                                                                                                 | [1..100]                                                                    | unidades                                                                                                          | Matriz de riesgos                                                                                                                                                                               | ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a aumentar el índice de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software?                | Aumentar el índice de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software aplicando el modelo de implementación para la automatización de operaciones.               | La aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuirá a aumentar el índice de mejora continua del proceso de ejecución de pruebas de software.             |
|                        | Mejora continua                                                                                                                                                                                        | [1..100]                                                                    | unidades                                                                                                          | Reportes procesos                                                                                                                                                                               | de ¿En qué medida, la aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuye a incrementar el índice de satisfacción del cliente del proceso de ejecución de pruebas de software? | Incrementar el índice de satisfacción del cliente del proceso de ejecución de pruebas de software aplicando el modelo de implementación para la automatización de operaciones.   | La aplicación del modelo de implementación para la automatización de operaciones contribuirá a incrementar el índice de satisfacción del cliente del proceso de ejecución de pruebas de software. |
|                        | Calidad                                                                                                                                                                                                | [1..100]                                                                    | unidades                                                                                                          | Reportes resultados                                                                                                                                                                             | de                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   |
|                        | Satisfacción al cliente                                                                                                                                                                                | [1..100]                                                                    | unidades                                                                                                          | Encuestas usuarios                                                                                                                                                                              | a                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   |

## Anexo B: Validación y confiabilidad de instrumentos

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Lima, 01 de agosto del 2024

Sres. Escuela Universitaria de Posgrado de la Universidad Nacional Federico Villareal

Presente

Reciba un cordial saludo

Quien suscribe como especialista en materia de aplicación de principios, procedimientos, métodos y técnicas de la ciencia estadística y los algoritmos computacionales en el análisis, administración, dirección, supervisión y control de procesos de producción de bienes y/o servicios y procesos de investigación, me complace dirigirme a usted para **dar validación de los instrumentos** que servirán para recolectar información relativa a la investigación denominada: *Modelo de implementación para la automatización de operaciones para el proceso de ejecución de pruebas de software*, que será presentado para optar al grado de Doctor en Ingeniería de Sistemas por la Mg. Chicasaca Arpita, Carmen Rosa.

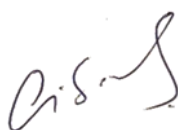
.Muy Cordialmente,



Andy Reyes Vargas

DNI: 42296062

Dr. Ingeniería de sistemas



Wilder Cribillero Cordova

DNI: 32858461

Dr. Ingeniería de sistemas



Alejandro Reategui Pezo

DNI: 06182363

Dr. Ingeniería de sistemas

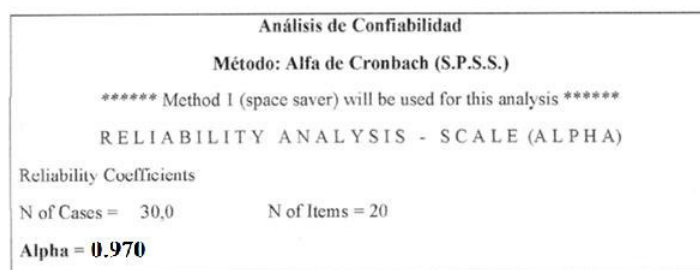
## CONSTANCIA DE CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS

Lima 01 de agosto del 2024

Sres. Escuela Universitaria de Posgrado de la Universidad Nacional Federico Villareal

Presente

Quien suscribe como especialista en materia de aplicación de principios, procedimientos, métodos y técnicas de la ciencia estadística y los algoritmos computacionales en el análisis, administración, dirección, supervisión y control de procesos de producción de bienes y/o servicios y procesos de investigación, me complace dirigirme a usted para **aprobar el resultado de la prueba de confiabilidad de los instrumentos** que servirán para recolectar información relativa a la investigación denominada: *Modelo de implementación para la automatización de operaciones para el proceso de ejecución de pruebas de software*, que será presentado para optar al grado de Doctor en Ingeniería de Sistemas por la Mg. Chicasaca Arpita, Carmen Rosa.



Andy Reyes Vargas

DNI: 42296062

Dr. Ingeniería de sistemas

Wilder Cribillero Cordova

DNI: 32858461

Dr. Ingeniería de sistemas

Alejandro Reategui Pezo

DNI: 06182363

Dr. Ingeniería de sistemas

## **Anexo C: Documentación del modelo propuesto**

Como parte del desarrollo y aplicación del modelo, se presentan las fases propuestas y sus respectivas actividades y entregable por cada fase:

### **Fase 01: Análisis de procesos de pruebas de software**

En esta fase se analiza los procesos necesarios para la ejecución de las pruebas de software, esto incluye la captura de requerimientos de las pruebas identificadas y las plataformas tecnológicas a implementar para soportar dichas pruebas.

Actividades:

- Identificar las pruebas de software disponibles en el catálogo de pruebas.
- Establecer los alcances de las pruebas según las limitaciones tecnológicas vigentes.
- Establecer de forma conceptual los servicios a implementar.
- Proponer los reportes de resultados de pruebas de software alineados a los indicadores de investigación.

Entregables:

- Alcances de las pruebas de software
- Diseño conceptual de la plataforma a implementar

### **Fase 02: Diseño de plataforma de automatización**

En esta se diseñan todos los componentes tecnológicos de las capas del modelo de implementación propuesto, los diseños de cada solución implementada separada en Sprints, deberán integrarse en una arquitectura final que deberá ser capaz de soportar todos los procesos de pruebas de software identificados en la fase anterior.

Actividades

- Diseñar la plataforma general.
- Diseñar la plataforma de gestión de identidades.
- Diseñar la plataforma de automatización.
- Diseñar la plataforma de aplicaciones.
- Diseñar la plataforma de herramientas de CI/CD.
- Diseñar la plataforma de contenido.
- Actualizar el diseño general a un diseño final integral.

Entregables:

- Diseños de arquitectura de plataformas tecnológicas

### **Fase 03: Implementación de la plataforma de automatización**

En esta fase se realiza la instalación de las soluciones tecnológicas diseñadas en la fase de diseño, considerando los niveles de criticidad del proceso de pruebas de software, los componentes críticos deberán cumplir con requerimientos de disponibilidad para garantizar la operación antes caídas de infraestructura o altas cargas de trabajo.

Actividades:

- Implementar la plataforma de gestión de identidades.
- Implementar la plataforma de automatización.
- Implementar la plataforma de aplicaciones.
- Implementar la plataforma de herramientas de CI/CD.
- Implementar la plataforma de contenido.
- Certificación de la plataforma implementada.
- Aplicación de planes de respaldos.

Entregables:

- Guías de instalación
- Plan de respaldos.

#### **Fase 04: Mejora continua de plataforma de automatización**

Esta fase es repetitiva en ciclos sugeridos de 6 a 12 meses, considerando que las soluciones implementadas son proyectos en deben ser actualizados constantemente para habilitar no solo las correcciones propias de toda tecnología sino para activar nuevas funcionalidades que permitan mejorar los procesos, además que mejorar los programas implementados en lenguaje yaml para la gestión de tareas de pruebas de software.

Actividades:

- Verificar las actualizaciones disponibles.
- Aplicar las actualizaciones.
- Aplicar las configuraciones disponibles en nuevas versiones o releases.
- Actualizar el contenido de automatización.
- Certificar la nueva línea base.

Entregables:

- Guías de actualización.
- Documentación de línea base establecida.

**Anexo D: Aplicación del modelo propuesto**

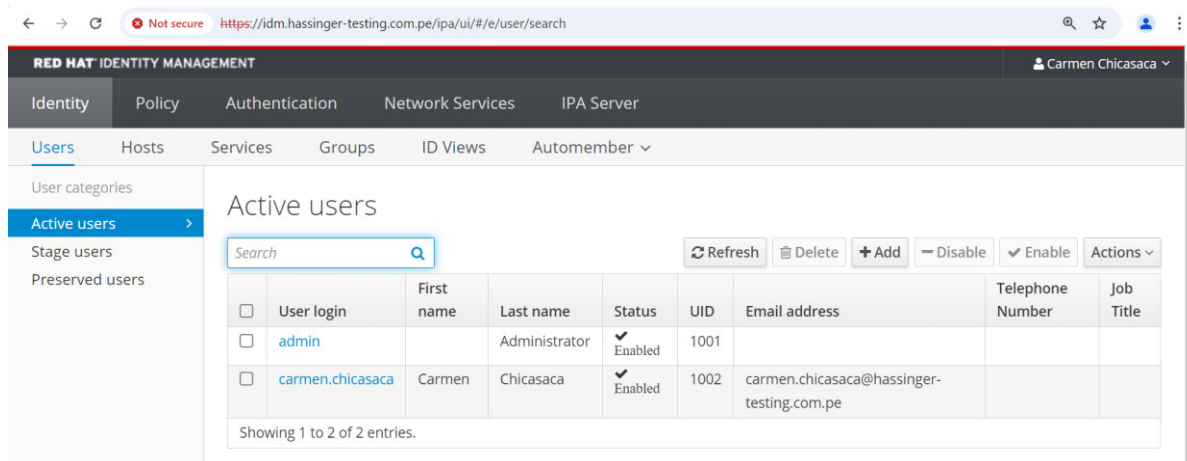
En esta sección se detalla la implementación de la prueba de concepto virtual implementada en el dominio de pruebas `hassinger-testing.com.pe` como se muestra en la la Figura 8, se presenta la arquitectura general de implementación de la base tecnológica para aplicar el modelo:

**Figura 8**

*Arquitectura de la prueba de concepto*



Un componente importante en la solución implementada es la gestión de identidades, el cual se gestiona a través del servicio Red Hat Identity Management el cual se encuentra en el servidor bajo el fqdn `idm.hassinger-testing.com.pe`. Como se muestra en la Figura 9, este servidor permite la creación de usuarios y grupos para toda la plataforma implementada

**Figura 9***Usuarios gestionados por IDM*


RED HAT IDENTITY MANAGEMENT

Identity Policy Authentication Network Services IPA Server

Users Hosts Services Groups ID Views Automember

User categories

Active users

Stage users

Preserved users

Active users

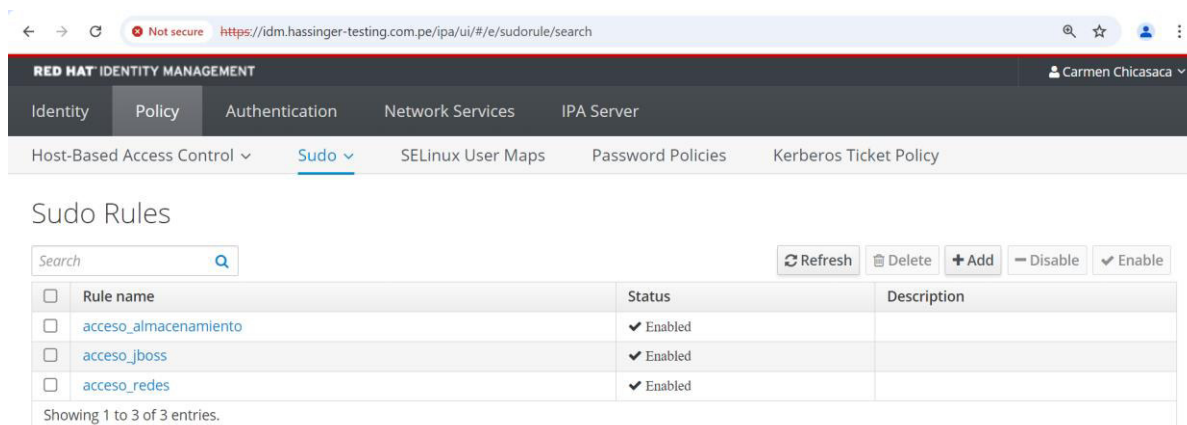
Search

Refresh Delete Add Disable Enable Actions

|                          | User login       | First name | Last name     | Status    | UID  | Email address                             | Telephone Number | Job Title |
|--------------------------|------------------|------------|---------------|-----------|------|-------------------------------------------|------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | admin            |            | Administrator | ✓ Enabled | 1001 |                                           |                  |           |
| <input type="checkbox"/> | carmen.chicasaca | Carmen     | Chicasaca     | ✓ Enabled | 1002 | carmen.chicasaca@hassinger-testing.com.pe |                  |           |

Showing 1 to 2 of 2 entries.

Además de la gestión de identidades, la solución de IDM permite la gestión de accesos servidores y aplicaciones, como se muestra en la Figura 10, se pueden crear reglas SUDO que permiten controlar los accesos a recursos tal como lo haría una GPO de las soluciones de Microsoft.

**Figura 10***Reglas SUDO en IDM*


RED HAT IDENTITY MANAGEMENT

Identity Policy Authentication Network Services IPA Server

Host-Based Access Control Sudo SELinux User Maps Password Policies Kerberos Ticket Policy

Sudo Rules

Search

Refresh Delete Add Disable Enable

|                          | Rule name             | Status    | Description |
|--------------------------|-----------------------|-----------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | acceso_almacenamiento | ✓ Enabled |             |
| <input type="checkbox"/> | acceso_jboss          | ✓ Enabled |             |
| <input type="checkbox"/> | acceso_redes          | ✓ Enabled |             |

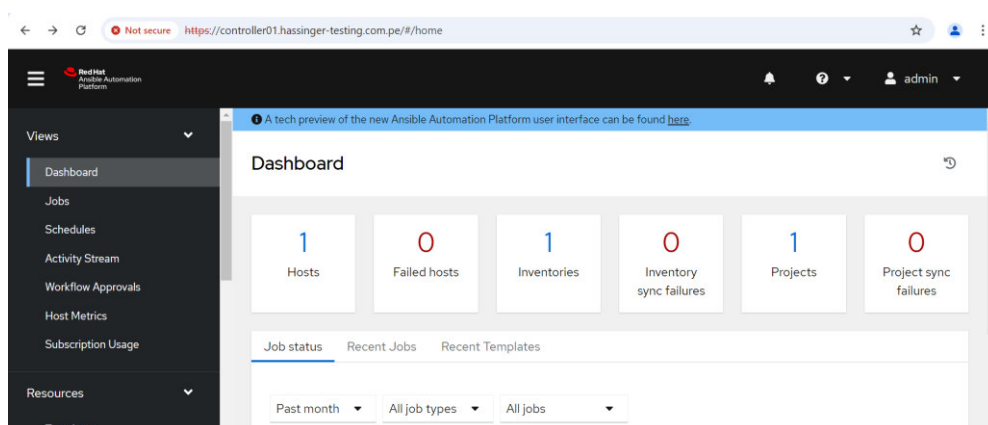
Showing 1 to 3 of 3 entries.

Como parte de la funcionalidad principal del modelo, se requieren plataformas de automatización de operaciones que sean escalables y permitan niveles de disponibilidad acorde a la criticidad del servicio, en este caso un cluster de servidores Ansible en modo controlador cuya función en la generación de tareas de automatización.

Se implementa 3 nodos de Ansible controller bajo los fqdn controller01.hassinger-testing.com.pe, controller02.hassinger-testing.com.pe y controller03.hassinger-testing.com.pe como se muestra en las Figuras 11, 12 y 13 respectivamente:

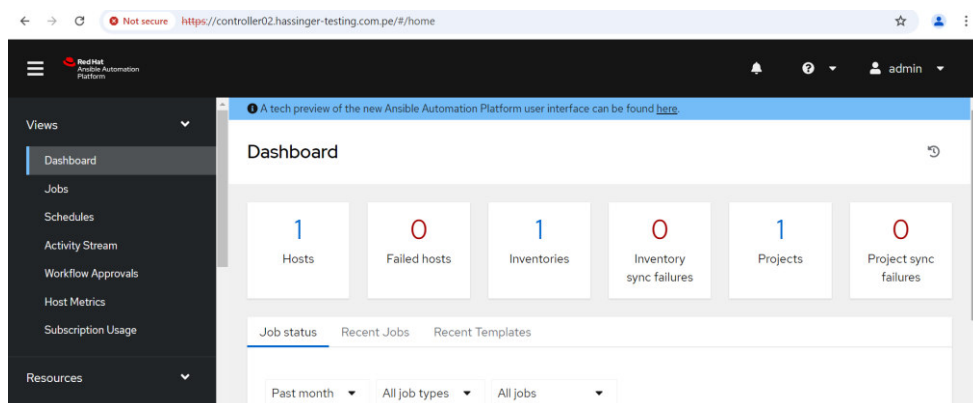
**Figura 11**

*Primer controlador de automatización.*



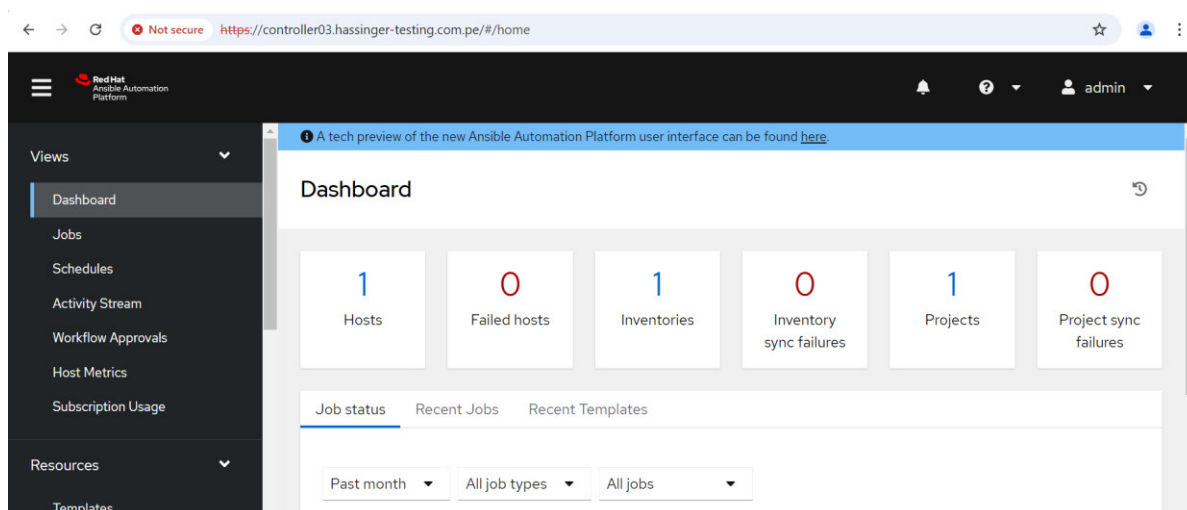
**Figura 12**

*Segundo controlador de automatización.*



**Figura 13**

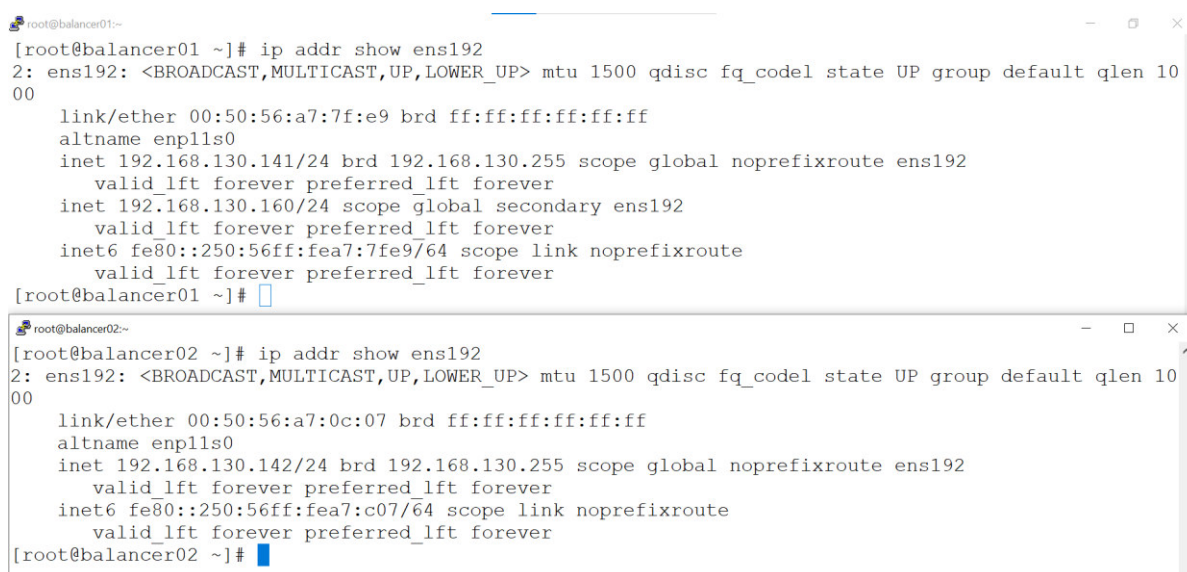
*Tercer controlador de automatización.*



Para que estos controladores de automatización puedan tener acceso redundante para el usuario, se implementó un cluster de haproxy con la función de ip flotante keepalived, como se muestra en la Figura 14

**Figura 14**

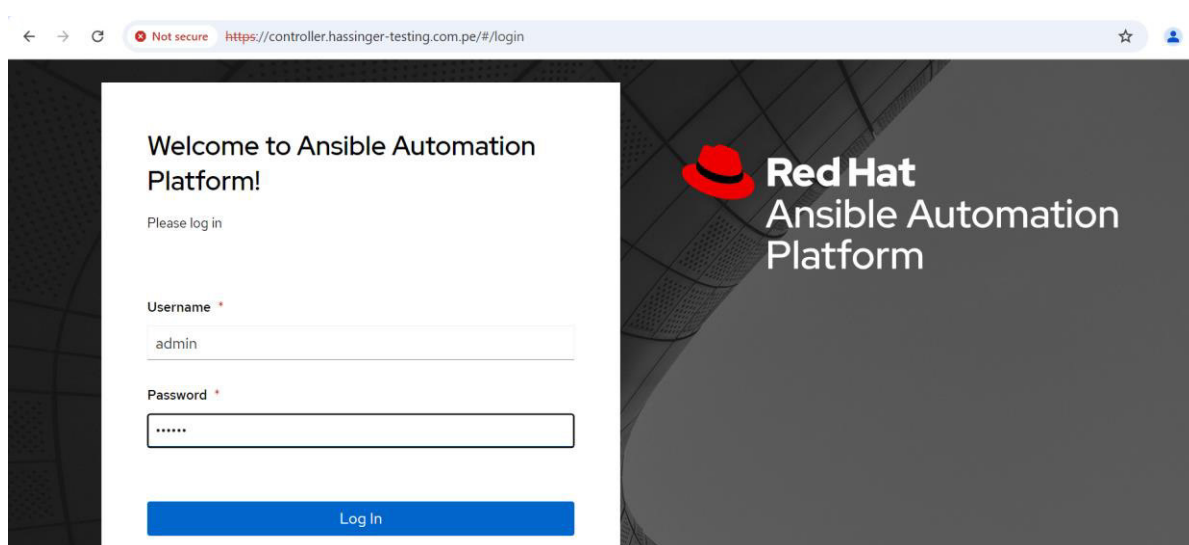
*Cluster de keepalived/haproxy.*



Considerando que la IP 192.168.130.160 es la IP flotante que esta asociada al sqdn controller.hassinger-testing.com.pe, ahora ya no es necesario ingresar a los controller de forma aislada, bastará con ingresar a controller.hassinger-testing.com.pe y el sistema haproxy distribuirá la carga entre los 3 controllers como se muestra en la Figura 15:

**Figura 15**

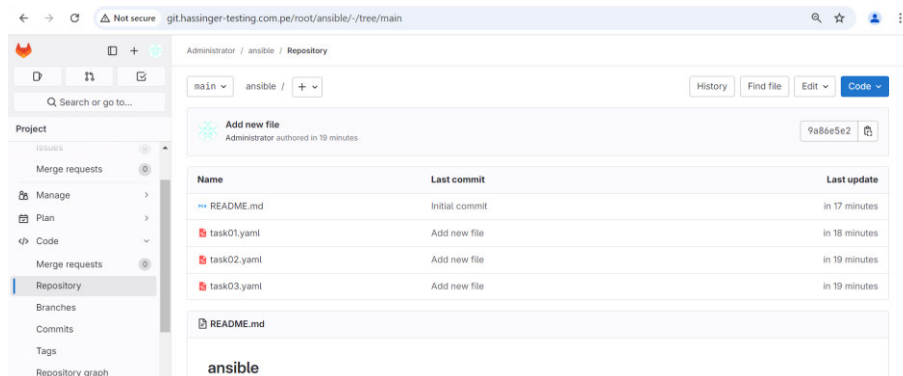
*Ansible sobre haproxy.*



La plataforma de automatizacion necesita un repositorio de código que permita almacenar las rutinas asociadas a las tareas de generación de pruebas, por ello, se implementa el servidor de código gitLab, el cual se encuentra bajo el fqdn git.hassinger-testing.com.pe con un proyecto asociado a nuestras pruebas como se muestra en la Figura 16:

**Figura 16**

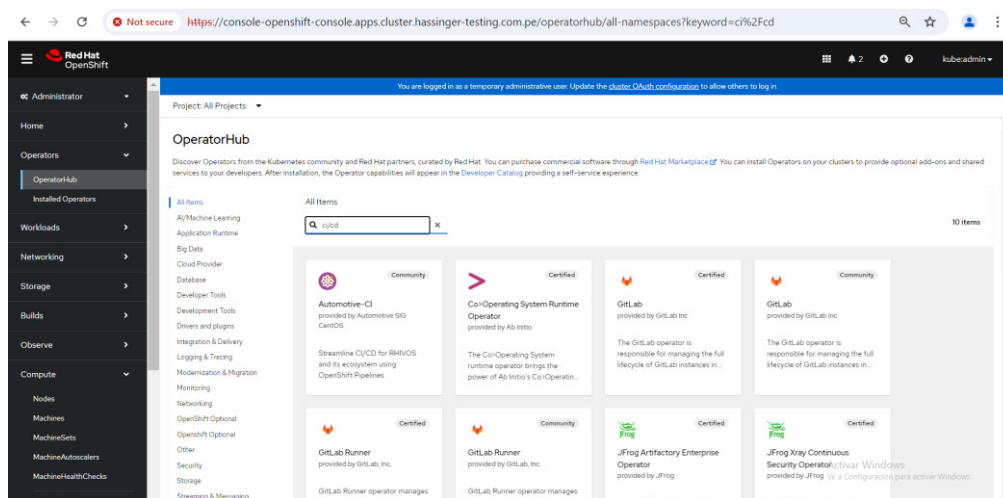
*Repositorio de código gitlab.*



Además del repositorio de código, se requieren una serie de herramientas de desarrollo continuo y gestión de pruebas para este desarrollo continuo, para cumplir con este requerimiento de infraestructura se implementa un servidor de Red Hat OpenShift bajo el fqdn son.hassinger-testing.com.pe donde se podrá desplegar dichas herramientas como se muestra en la Figura 17:

**Figura 17**

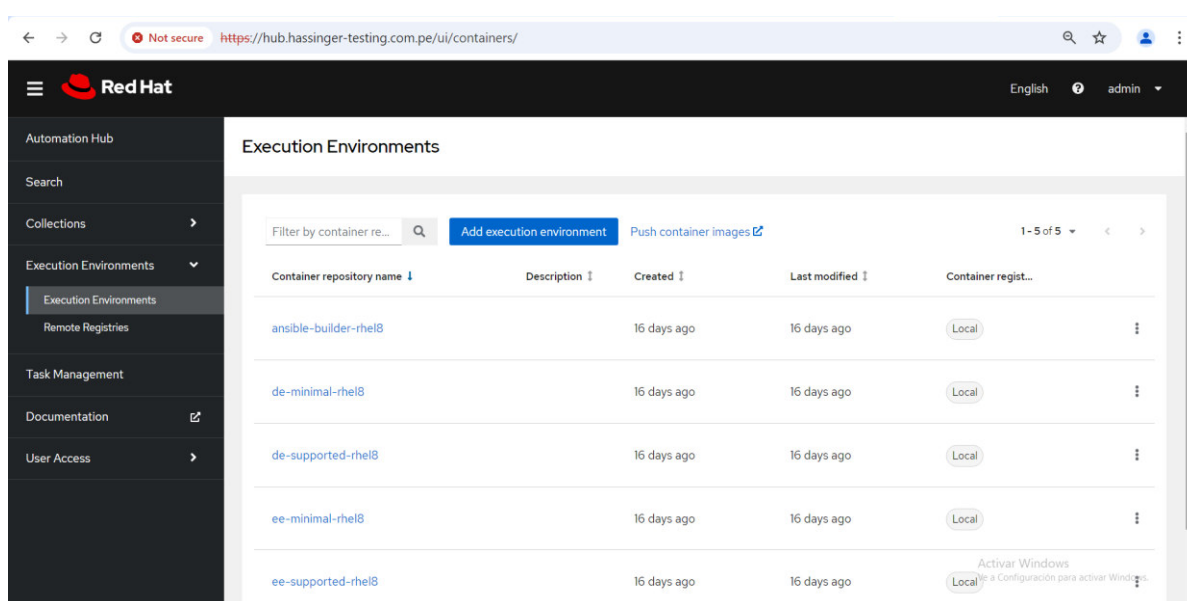
*OpenShift para despliegue de herramientas de pruebas.*



La plataforma de Ansible podría requerir ambientes de ejecución de pruebas separados con módulos especializados, por ello, también se implementa un servidor llamado Ansible Hub, que requiere una base de datos Postgresql que juntos permiten la creación de dichos ambientes de ejecución bajo el fqdn `hub.hassinger-testing.com.pe` como se muestra en la Figura 18

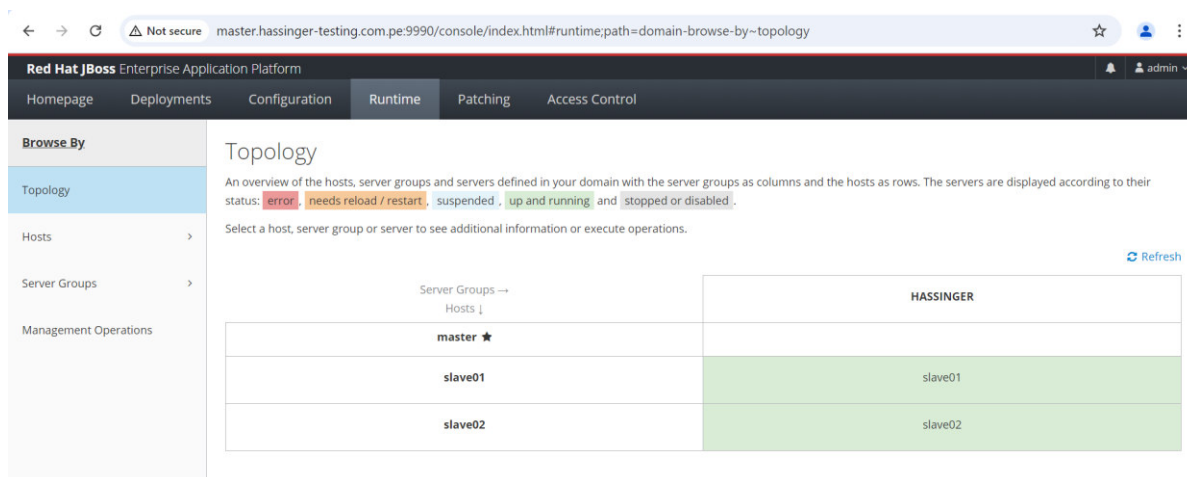
**Figura 18**

*Entornos de ejecución de Ansible.*

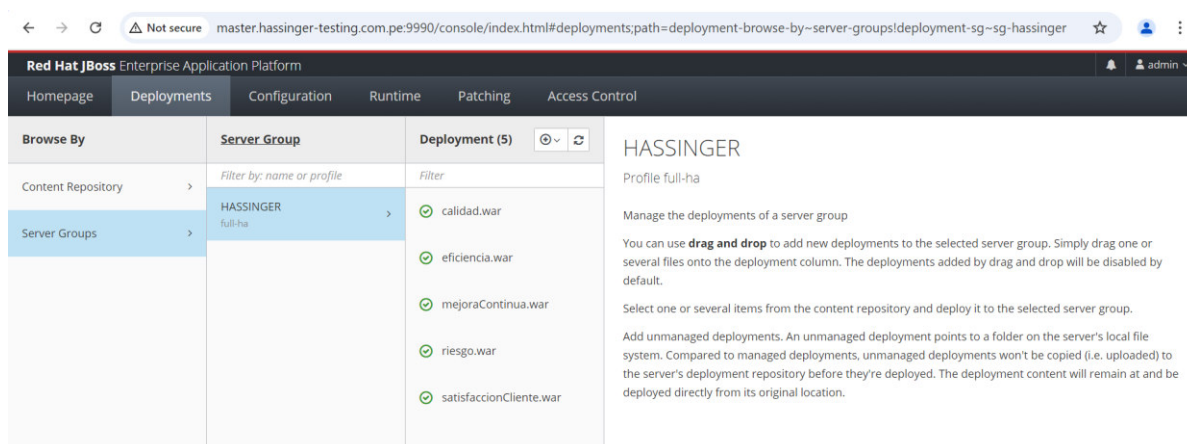


Finalmente, para terminar de implementar la solución para ejecutar el modelo, se requiere un software que gestione los reportes de ejecución de pruebas y procese los datos de indicadores, para ello, se usa la plataforma Red Hat JBoss EAP, el cual se desplegará en modo cluster con los equipos `master.hassinger-testing.com.pe` que será la herramienta de gestión y los nodos `slave01.hassinger-testing.com.p` y `slave02.hassinger-testing.com.pe` como equipos administrados.

En la Figura 19, se muestra como la solución master, crea una tologia basada en 2 slaves para desplegar aplicaciones de reporteria.

**Figura 19***Cluster de JBoss.*

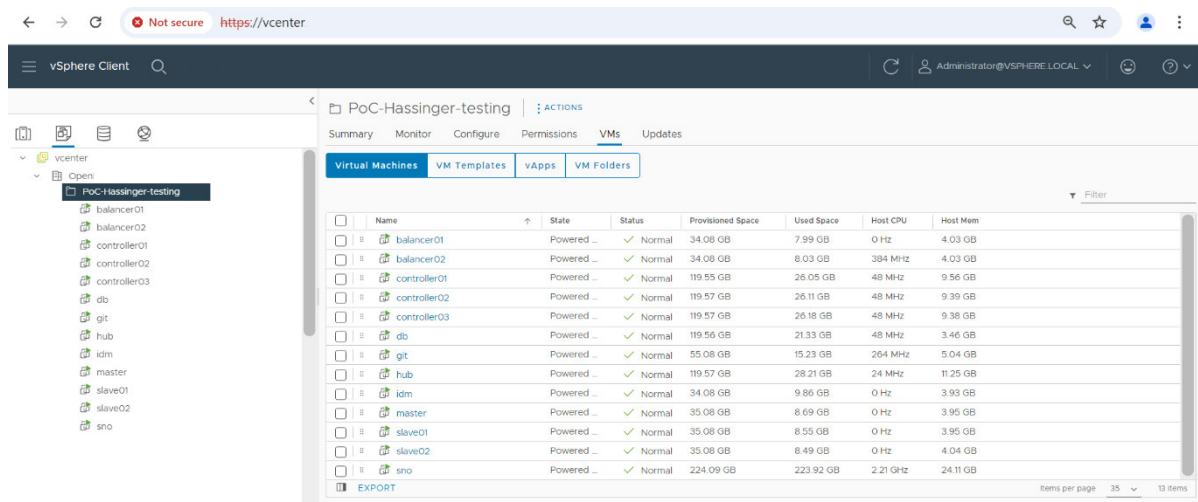
Usando el nuevo cluster de JBoss se pueden desplegar aplicaciones, cada aplicación cuenta con programación basada en java para procesar la información de indicadores como se muestra en la Figura 20:

**Figura 20***Aplicaciones de generación de reportes.*

Finalmente, se muestra la infraestructura de 13 servidores virtualizados necesarios para implementar todo el modelo en plataforma vmWare vSphere, en la Figura 21 se muestra todos los sistemas implementados:

**Figura 21**

*Plataforma de virtualización.*



| Name         | State      | Status | Provisioned Space | Used Space | Host CPU | Host Mem |
|--------------|------------|--------|-------------------|------------|----------|----------|
| balancer01   | Powered On | Normal | 34.08 GB          | 7.99 GB    | 0 Hz     | 4.03 GB  |
| balancer02   | Powered On | Normal | 34.08 GB          | 8.03 GB    | 394 MHz  | 4.03 GB  |
| controller01 | Powered On | Normal | 119.55 GB         | 26.05 GB   | 48 MHz   | 9.56 GB  |
| controller02 | Powered On | Normal | 119.57 GB         | 26.11 GB   | 48 MHz   | 9.39 GB  |
| controller03 | Powered On | Normal | 119.57 GB         | 26.18 GB   | 48 MHz   | 9.38 GB  |
| db           | Powered On | Normal | 119.56 GB         | 21.33 GB   | 48 MHz   | 3.46 GB  |
| git          | Powered On | Normal | 55.08 GB          | 15.23 GB   | 264 MHz  | 5.04 GB  |
| hub          | Powered On | Normal | 119.57 GB         | 28.21 GB   | 24 MHz   | 11.25 GB |
| idm          | Powered On | Normal | 34.08 GB          | 9.86 GB    | 0 Hz     | 3.93 GB  |
| master       | Powered On | Normal | 35.08 GB          | 8.69 GB    | 0 Hz     | 3.95 GB  |
| slave01      | Powered On | Normal | 35.08 GB          | 8.55 GB    | 0 Hz     | 3.95 GB  |
| slave02      | Powered On | Normal | 35.08 GB          | 8.49 GB    | 0 Hz     | 4.04 GB  |
| sno          | Powered On | Normal | 224.09 GB         | 223.92 GB  | 2.21 GHz | 24.11 GB |