



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

**Evaluación de la calidad de aplicaciones generadas por
BPM para la gestión de trámites en una institución de
educación nivel superior**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE SISTEMAS**

Autor:

**Bach. Rebaza Guzman Juan Carlos
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1506-8326>**

Asesor(a)

**Dr. Tuesta Monteza Víctor Alexci
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5913-990X>**

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE APLICACIONES GENERADAS POR BPM
PARA LA GESTIÓN DE TRÁMITES EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN
NIVEL SUPERIOR**

Aprobación del jurado

**DR. TUESTA MONTEZA VÍCTOR ALEXCI
PRESIDENTE DEL JURADO DE TESIS**

**ING, MEJÍA CABRERA HEBER IVÁN
SECRETARIO DEL JURADO DE TESIS**

**ING, VÁSQUEZ LEYVA OLIVER
VOCAL DEL JURADO DE TESIS**



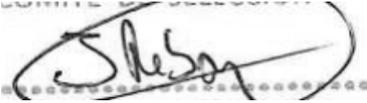
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy(somos) egresado (s)del Programa de Estudios de **Ingeniería de Sistemas** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE APLICACIONES GENERADAS POR BPM PARA LA GESTIÓN DE TRÁMITES EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN NIVEL SUPERIOR

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Rebaza Guzman Juan Carlos	DNI: 41478480	
---------------------------	---------------	---

Pimentel, 01 de junio de 2023.

Dedicatoria

A mi amada hija Leidy Valentina, quien ha sido mi mayor motivación y fuente de inspiración. Gracias por ser mi luz en los momentos de estudio intenso. Esta tesis es el resultado de nuestro amor y dedicación. Te amo con todo mi corazón.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por su guía inquebrantable durante todo este proceso. A mi amada familia, por su amor incondicional, apoyo y comprensión constante. Agradezco también a las personas que contribuyeron a esta tesis con su valiosa orientación, consejos y colaboración. Sin su ayuda, este logro no habría sido posible.

ÍNDICE

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de figuras	vii
Índice de tablas	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.	11
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Hipótesis	17
1.4. Objetivos	17
1.5. Teorías relacionadas al tema	17
II. MATERIALES Y MÉTODO	28
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	28
2.2. Variables, Operacionalización	28
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	31
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	31
2.5. Procedimiento de análisis de datos	31
2.6. Criterios éticos	31
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1. Resultados	35
3.2. Discusión	40
3.3. Aporte de la investigación (opcional)	42
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
4.1. Conclusiones	63
4.2. Recomendaciones	66
REFERENCIAS	68
ANEXOS	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resultados de las métricas con ponderación (/10), donde se observa que la completitud funcional,.....	38
Figura 2: Resultado de Eficiencia de desempeño y Adecuación Funcional	39
Figura 3. Resultado global de la evaluación calidad externa de la aplicación generada por BPM.	40
Figura 4. Login al sistema.	49
Figura 5. Registro de estudiantes.....	50
Figura 6. Gestión de Cursos / crear curso	50
Figura 7. Gestión de Cursos / Modificar curso.....	51
Figura 8. Gestión de Cursos / Eliminar curso / Listar Curso	51
Figura 9. Matrícula en cursos.	52
Figura 10. Control de cupos por curso.....	52
Figura 11: Generador de Horarios de Clase	53
Figura 12:Registro de Pagos	53
Figura 13: Comprobante de matricula	54
Figura 14:Consulta de información	54
Figura 15: Reportería de Matricula	55
Figura 16: Gestión del sistema	55
Figura 17:Asignación de permisos y roles	56
Figura 18 Creación y actualización de perfiles de usuario	56
Figura 19: Definición de permisos	56
Figura 20: Registro y seguimiento de acciones de usuarios	57
Figura 21: Gestión de Usuariops inactivos	57
Figura 22: Restablecimiento de Contraseña.....	57
Figura 23: Notificaciones y comunicaciones.....	58
Figura 24: Solicitud de rectificación de matricula	58
Figura 25:Verificación de solicitud de rectificación.....	58
Figura 26: Evaluación de solicitud de rectificación.....	59
Figura 27: Aprobación o rechazo de Solicitud de rectificación.....	59
Figura 28: Actualización de datos de matricula	60
Figura 29: Cosntancia de rectificación de matricula.....	60
Figura 30: Registro de rectificaciones de matricula	60
Figura 31: Notificación de rectificación matricula.....	61
Figura 32: Sistema de gestión documetal.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable	31
Tabla 2. Resultados obtenidos para completitud funcional	35
Tabla 3. Resultados obtenidos para corrección funcional.....	36
Tabla 4: Resultados obtenidos para pertinencia funcional.....	36
Tabla 5: Resultado obtenido para comportamiento temporal en rendimiento	37
Tabla 6. Resultado obtenido para utilización de los recursos	37
Tabla 7. Resultado global de la evaluación calidad externa de la aplicación generada por BPM.	39
Tabla 8: Requerimientos No funcionales	43
Tabla 9: Requerimientos funcionales.....	44

Resumen

La tesis aborda el problema de mejorar la calidad del software en términos de funcionalidad, adecuación y rendimiento mediante la aplicación de la notación BPMN en el desarrollo de un sistema de gestión de trámites en una institución de educación superior. La hipótesis plantea que la aplicación de BPMN contribuye a mejorar la calidad del software. Los objetivos incluyen la evaluación de la calidad de las aplicaciones generadas por BPM, la construcción de un prototipo, la determinación de un modelo de calidad de software y el análisis de los resultados de la evaluación.

Los resultados obtenidos indican que la aplicación desarrollada, basada en BPMN y evaluada según el estándar ISO/IEC 25010, cumple con los requisitos establecidos. Se evaluaron diferentes indicadores de calidad, como la completitud funcional, la mejora funcional, la pertinencia funcional, el comportamiento temporal y el uso de recursos. Los resultados mostraron un alto porcentaje de implementación adecuada de las funciones requeridas, una mejora funcional significativa y un buen rendimiento en términos de tiempo y uso de recursos.

En general, la evaluación de calidad externa de la aplicación alcanzó un puntaje de 9.43, lo que representa un 94% de calidad óptima, cumpliendo satisfactoriamente con los estándares y especificaciones requeridos. En conclusión, la aplicación desarrollada mediante la aplicación de BPMN demuestra mejoras significativas en la calidad del software en términos de funcionalidad, adecuación y rendimiento, siendo considerada un producto de calidad óptima.

Palabras Clave: Calidad del software, BPMN, Funcionalidad, Adecuación, Rendimiento.

Abstract

The thesis addresses the problem of improving software quality in terms of functionality, suitability and performance through the application of the BPMN notation in the development of a system for the management of procedures in an institution of higher education. The hypothesis states that the application of BPMN contributes to improve software quality. The objectives include the evaluation of the quality of applications generated by BPM, the construction of a prototype, the determination of a software quality model and the analysis of the evaluation results.

The results obtained indicate that the developed application, based on BPMN and evaluated according to the ISO/IEC 25010 standard, complies with the established requirements. Different quality indicators were evaluated, such as functional completeness, functional improvement, functional relevance, temporal behavior and resource usage. The results showed a high percentage of adequate implementation of the required functions, significant functional improvement and good performance in terms of time and resource usage.

Overall, the external quality assessment of the application reached a score of 9.43, which represents 94% of optimal quality, satisfactorily meeting the required standards and specifications. In conclusion, the application developed through the application of BPMN demonstrates significant improvements in the quality of the software in terms of functionality, adequacy and performance, being considered a product of optimum quality.

Keywords: Software quality, BPMN, Functionality, Adequacy, Performance, Performance

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

El software es fundamental en las actividades humanas, automatizando tareas, mejorando la eficiencia y facilitando el acceso a la información. Según [1], el software es una herramienta esencial que permite a las organizaciones adaptarse y competir en el entorno empresarial. Además, [2] destaca su importancia en el aumento de la productividad y la eficacia en diversas áreas. El software también ha transformado la comunicación, permitiendo una interacción instantánea y global [3]. Además, facilita la innovación tecnológica y el avance en campos como la realidad virtual e inteligencia artificial [4] y es de gran importancia que la calidad esté presente. La calidad del software presenta diversas problemáticas que afectan su desarrollo y entrega. Entre los desafíos destacados se encuentran: la falta de requisitos claros, errores y defectos, mantenimiento y escalabilidad, rendimiento y eficiencia, seguridad y privacidad, y falta de pruebas adecuadas. [1] resalta la importancia de entender y establecer requisitos claros para evitar problemas en la calidad del software. [2] menciona la necesidad de realizar pruebas exhaustivas para reconocer y subsanar errores en el software. Además, la falta de una arquitectura sólida y modularización puede dificultar el mantenimiento y la escalabilidad del software [5]. La falta de optimización y rendimiento deficiente puede afectar la calidad del software [6]. La seguridad y privacidad son aspectos críticos que pueden afectar la calidad del software [7]. Una falta de pruebas adecuadas puede llevar a la entrega de software con problemas ocultos que afecten por ejemplo a la calidad en uso de software[8].

Por otro lado, la funcionalidad del software puede enfrentar desafíos en la industria de desarrollo. Los problemas incluyen el cumplimiento de requisitos [9], errores y fallas en el software [10], falta de escalabilidad y adaptabilidad [11] y problemas de interoperabilidad [12]. Estos desafíos pueden afectar la funcionalidad del software para ejecutar las funciones requeridas de forma precisa y confiable. Para abordar estos problemas, se debe prestar atención a la ingeniería de requisitos, pruebas rigurosas y una gestión adecuada

del progreso del software. Mejorar el entendimiento de los requisitos, la calidad del código y la planificación del desarrollo contribuirá a lograr una funcionalidad sólida y confiable del software, en esa misma línea la falta de completitud del software, caracterizada por la ausencia de funcionalidades necesarias, es un obstáculo relevante en el progreso de software. [13] señalan que la falta de definición y planificación adecuada puede ser responsable de esta problemática. [14] resaltan la relevancia de una efectiva comunicación entre los stakeholders y el equipo de trabajo para evitar omisiones de funcionalidades importantes. Por su parte, [15] destacan que la falta de completitud puede generar insatisfacción en los usuarios y afectar el éxito del producto. Para abordar este problema, es esencial una ingeniería de requisitos precisa y una comunicación efectiva entre las personas implicadas en el desarrollo de software, finalmente el rendimiento del software puede presentar desafíos en el desarrollo, como cuellos de botella, tiempos de respuesta lentos, problemas de escalabilidad y consumo excesivo de recursos. Autores recientes han abordado esta problemática. [16] destacan la importancia de la optimización del código y la arquitectura.

Dada esta problemática diversos investigadores han propuesto soluciones como, por ejemplo, el enfoque centrado en el usuario que entiende las expectativas anhelos y necesidades de los usuarios finales del software. Se han propuesto técnicas como la entrevista con usuarios, la observación de su comportamiento y la realización de pruebas de usabilidad para capturar requisitos basados en sus experiencias y preferencias [17], también las técnicas de análisis de dominio que se centran en el análisis exhaustivo del dominio en el que se utilizará el software. Se han propuesto métodos como el análisis de caso de uso, el análisis de competencia y el modelado de procesos de negocio para comprender mejor el contexto del software y capturar requisitos más completos y precisos [18], así como el uso de herramientas colaborativas: Se han propuesto herramientas de colaboración en línea para facilitar la interacción y la colaboración entre los stakeholders y los equipos de desarrollo. Estas herramientas permiten la captura y el seguimiento de

los requisitos de manera más eficiente, así como la eficaz cooperación de los usuarios en el proceso de desarrollo [19].

Es importante destacar también el manejo de lenguajes de modelado como UML (Unified Modeling Language) y estándares como BPMN (Business Process Model and Notation) ha sido propuesto por investigadores para mejorar la especificación y visualización de la funcionalidad del software. Estas propuestas incluyen: Uso de UML que es un lenguaje de modelado ampliamente utilizado que proporciona una notación estándar para representar visualmente los diferentes aspectos del software, incluyendo la funcionalidad. Los investigadores han propuesto el empleo de diagramas de casos de uso, de secuencia y de actividad de UML para capturar y comunicar los requisitos funcionales de manera más clara y precisa [20], también se ha propuesto la Aplicación de BPMN que es un estándar ampliamente aceptado para modelar procesos de negocio. Los investigadores han propuesto utilizar BPMN para representar la funcionalidad del software en términos de flujos de trabajo y actividades relacionadas. Esto facilita la comprensión y comunicación de los procesos funcionales, tanto entre los equipos de desarrollo como con los stakeholders [21].

La aplicación de métodos ágiles, como Scrum y Kanban, ha sido propuesta también por investigadores como una forma de abordar la funcionalidad del software de manera más efectiva. Estas propuestas incluyen el enfoque iterativo e incremental que hablan de los métodos ágiles que promueven el desarrollo del software en ciclos cortos y repetitivos, conocidos como iteraciones. Cada iteración se enfoca en la entrega de funcionalidad concreta y tangible, lo que permite obtener retroalimentación temprana y realizar ajustes según las necesidades cambiantes del proyecto [22] otra propuesta es la adaptabilidad a los cambios: Los enfoques ágiles reconocen que los requisitos pueden cambiar a lo largo del proyecto. En lugar de intentar prever y especificar todos los requisitos desde el inicio, los métodos ágiles se centran en la colaboración continua con los stakeholders y permiten la incorporación de cambios de manera flexible, lo que

contribuye a una mayor satisfacción del cliente [23] y finalmente la colaboración y comunicación efectiva: Los métodos ágiles promueven la interacción regular entre los participantes del equipo de desarrollo y los stakeholders. Esto ayuda a garantizar una comprensión común de la funcionalidad deseada, facilita la resolución de conflictos y optimiza la toma de decisiones [24].

[25] Aborda el tema de la flexibilidad en la modelización de procesos de negocio. La finalidad principal del estudio es explorar cómo se puede mejorar la adaptación de los modelos de procesos a la realidad y superar las brechas entre los modelos y la implementación efectiva, se propone un enfoque basado en la inclusión de la flexibilidad en los modelos de procesos, permitiendo que los procesos se ajusten a los cambios en los requisitos y las condiciones del entorno empresarial. El estudio presenta diferentes técnicas y enfoques para mejorar la flexibilidad en la modelización de procesos, como la incorporación de variabilidad en los modelos y la capacidad de ajuste de los mismos. Se concluye que la inclusión de la flexibilidad en los modelos de procesos permite una mejor adaptación a los cambios y un incremento en la calidad de respuesta ante las necesidades del negocio.

[26], proponen un enfoque para originar interfaces de usuario mediante los modelos BPMN y analiza los desafíos y oportunidades asociados con esta técnica. Proponen un proceso de generación de interfaces de usuario basado en la transformación de modelos BPMN. El proceso consta de varias etapas, incluyendo el análisis del modelo BPMN, la identificación de elementos relevantes para la interfaz de usuario, la generación de componentes de interfaz y la integración de la interfaz generada con el sistema subyacente. Como resultado se presentan ejemplos de interfaces de usuario generadas desde modelos BPMN y evalúan la efectividad y la calidad de las interfaces generadas. Utilizan métricas como la usabilidad, la satisfacción del usuario y la eficiencia para evaluar el desempeño de las interfaces generadas.

[27] presentan un método para producir interfaces de usuario de forma automática

partiendo de los modelos BPMN, aprovechando la semántica y estructura del modelo para crear interfaces intuitivas y fáciles de usar. En cuanto al método, los autores proponen un enfoque basado en transformaciones de modelos BPMN a una representación de interfaz de usuario. El método se basa en reconocer elementos claves en el modelo BPMN, como tareas y eventos, y su mapeo a componentes de interfaz de usuario. Luego, se generan pantallas y elementos de interacción a partir de esta correspondencia. En los resultados, en función de los modelos BPMN, los autores presentan ejemplos de interfaces de usuario y evalúan la calidad de las interfaces generadas. La eficiencia, comprensibilidad, y la satisfacción son métricas utilizadas para evaluar la efectividad de las interfaces generadas.

[28] proponen un enfoque para generar interfaces de usuario a partir de modelos BPMN, haciendo uso de técnicas de transformación y un conjunto de patrones de diseño predefinidos. En cuanto al método, los autores proponen un proceso que combina la transformación de modelos BPMN en modelos de interfaz de usuario, utilizando patrones de diseño predefinidos para guiar la generación de la interfaz. Este enfoque permite capturar la semántica del modelo BPMN y mapearla a elementos de interfaz de usuario adecuados. En los resultados, los autores presentan ejemplos de generación de interfaces de usuario a partir de modelos BPMN utilizando su enfoque. Evalúan la calidad de las interfaces generadas mediante la utilización de métricas como la consistencia, la usabilidad y la eficiencia en el cumplimiento de tareas.

[29] presentan una técnica para iniciar interfaces de usuario de forma automática a partir de modelos BPMN, con el fin de mejorar la visualización y ejecución de los procesos de negocio. En cuanto al método, los autores proponen un enfoque basado en transformación de modelos BPMN a interfaces de usuario interactivas. Utilizan técnicas de extracción de información del modelo BPMN para identificar los elementos relevantes que deben incluirse en la interfaz, como tareas, eventos y decisiones. Luego, generan una interfaz gráfica interactiva que refleje la estructura y el flujo del proceso de negocio. En los

resultados, en función a los modelos BPMN, los autores presentan interfaces de usuario utilizando su enfoque. Evalúan la calidad de las interfaces generadas considerando aspectos como la visualización clara del proceso, la interacción intuitiva y la capacidad de ejecución de las actividades definidas en el modelo BPMN.

La investigación relacionada con la aplicación de BPMN para el desarrollo de software es de gran importancia debido a que es un estándar reconocido y utilizado en la industria para modelar procesos de negocio. Su adopción en el desarrollo de software permite una mayor comprensión y comunicación entre los diferentes stakeholders, incluyendo desarrolladores, analistas de negocio y usuarios finales, así como al utilizar BPMN en el desarrollo de software incentiva la alineación y colaboración entre los equipos de desarrollo y negocio. Los modelos BPMN actúan como una representación común y comprensible del flujo de trabajo, lo que facilita la comunicación y la comprensión mutua, de la misma forma la aplicación de BPMN en el desarrollo de software brinda una representación visual clara de los procesos de negocio. Esto apoya a los desarrolladores a comprender rápidamente los requisitos y la lógica del flujo de trabajo, lo que a su vez reduce los errores y optimiza la calidad del software, también el empleo de herramientas y técnicas para originar de manera automática códigos en base a los modelos BPMN y acelerar el proceso de desarrollo de software. Esto permite una implementación más ágil y eficaz de los procesos de negocio, disminuyendo la duración y los recursos necesarios para el desarrollo, así como BPMN ofrece la capacidad de modelar procesos de negocio de manera flexible, lo que permite adaptarse a los cambios y actualizaciones en los requisitos del software. Los modelos BPMN son fácilmente modificables y pueden reflejar rápidamente los cambios en el flujo de trabajo y finalmente el manejo de BPMN en el desarrollo de software facilita la gestión del ciclo vital del software. Los modelos BPMN pueden ser utilizados para documentar y explorar los cambios ejecutados en el proceso de desarrollo, lo que afina la trazabilidad y la capacidad de mantenimiento del software.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo se puede mejorar la calidad de software en términos de funcionalidad, adecuación y Rendimiento mediante la aplicación de BPMN en el desarrollo de software, aplicado a un sistema de gestión de trámites en una institución de educación nivel superior?

1.3. Hipótesis

La aplicación de BPMN en el desarrollo de software para un sistema de gestión de trámites en una institución de educación nivel superior contribuye a mejorar la calidad del software en términos de funcionalidad, adecuación y rendimiento

1.4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar la calidad de aplicaciones generadas por BPM para la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior

Objetivos específicos

- a. Construir un prototipo de una aplicación para la gestión de trámites de una institución educativa nivel superior, basado en la metodología BPM.
- b. Determinar el modelo de calidad de producto de software.
- c. Evaluar la calidad de producto de software de acuerdo al estándar determinado, especialmente evaluar las características funcionales, adecuación y rendimiento.
- d. Analizar los resultados sobre la evaluación de calidad de Producto software.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Los aportes científicos deben ser mencionados tales como: modelos y teorías, paradigmas que conducen a la indagación del problema y objeto de estudio, posibilita el crítico enjuiciamiento de las teorías vinculadas a las variables

1.5.1. BPMN

BPMN (Business Process Model and Notation) es una notación gráfica estándar utilizada para modelar y representar los procesos de negocio en las organizaciones. Proporciona una forma visual de capturar y comunicar los flujos de trabajo, las actividades, las decisiones y los eventos involucrados en los procesos de negocio.

Según el autor [29] una notación común es fundamental para lograr una comunicación efectiva en el ámbito empresarial. Al contar con una notación universalmente entendida, los diferentes miembros de un equipo de trabajo pueden comprender y comunicar los procesos de negocio de manera clara y precisa.

La adopción de una notación estándar, como menciona [30], también garantiza la consistencia y coherencia en el modelado de los procesos. Esto significa que se establecen reglas y estructuras comunes que facilitan la comprensión y el mantenimiento de los procesos a lo largo del tiempo.

En cuanto a la documentación y comprensión de los procesos, la notación BPMN proporciona una representación visual y estructurada, tal como menciona [31]. Esto facilita tanto a los equipos internos como a los stakeholders externos, como los clientes y proveedores, comprender los procesos de negocio de manera más accesible y eficiente.

Además, la notación BPMN tiene un gran potencial para la mejora y el análisis de los procesos, según lo destaca [32]. Al utilizar una notación común, se pueden identificar fácilmente los cuellos de botella, las ineficiencias y las oportunidades de optimizar los procesos existentes, lo que contribuye a optimizar su rendimiento y eficacia.

1.5.1.1. Contenido de BPMN

Para la mayoría de los usuarios de BPMN, el aspecto más importante es la representación gráfica de los modelos. BPMN proporciona tres tipos de diagramas.

a. Process or Collaboration Diagram (Diagrama de Proceso o Colaboración) es un tipo de diagrama utilizado en BPMN para representar los procesos de negocio y la colaboración entre diferentes entidades o participantes. Según [29], un Process or

Collaboration Diagram muestra la secuencia de actividades y los flujos de trabajo involucrados en un proceso, así como las interacciones entre los diferentes actores o participantes que desempeñan un papel en la ejecución del proceso.

En este tipo de diagrama, se utilizan símbolos y notaciones gráficas específicas para representar las actividades, las decisiones, los eventos, los vinculados y los flujos de información. Estos elementos se conectan mediante flechas o líneas que indican la secuencia de ejecución y la dirección del flujo.

El Process or Collaboration Diagram brinda una vista general del proceso y permite identificar las tareas y responsabilidades de cada participante, así como las interacciones y la coordinación entre ellos. Esto favorece el análisis y la comprensión de los procesos de negocio, y proporciona una base firme para el diseño, la optimización y la implementación de mejoras en los procesos.

b. Un Choreography Diagram (Diagrama de Coreografía) es un tipo de diagrama utilizado en BPMN para representar la colaboración y las interacciones entre dos o más participantes en un proceso de negocio.

Según [29], un Choreography Diagram muestra el flujo de mensajes y las interacciones entre los participantes sin enfocarse en las actividades internas de cada uno. En lugar de centrarse en la secuencia de acciones dentro de un participante, este tipo de diagrama se centra en cómo los participantes se comunican y colaboran entre sí para lograr un objetivo común. En el Choreography Diagram, se utilizan símbolos y notaciones gráficas para representar los participantes, los mensajes intercambiados y la secuencia de interacciones. Cada participante está representado por una forma específica, y las flechas o líneas indican la dirección de los mensajes intercambiados.

Este tipo de diagrama es útil para visualizar y analizar las interacciones y la coordinación entre los participantes en un proceso de negocio, especialmente en

escenarios donde múltiples participantes están involucrados y se requiere una comprensión clara de cómo se comunican y colaboran entre sí.

c. Un Conversation Diagram (Diagrama de Conversación) es un tipo de diagrama utilizado en BPMN para representar las interacciones entre dos o más pools (grupos de participantes) en un proceso de negocio. [29], un Conversation Diagram muestra cómo se comunican y colaboran los diferentes pools en un proceso de negocio. A diferencia de otros tipos de diagramas de BPMN, el Conversation Diagram se enfoca en las conversaciones y mensajes intercambiados entre los pools, en lugar de detallar las actividades internas de cada pool. En el Conversation Diagram, los pools se representan como formas rectangulares y se conectan mediante líneas que indican la secuencia de las conversaciones y los mensajes intercambiados. Cada línea puede tener etiquetas que describen el tipo de mensaje o la naturaleza de la conversación.

Este tipo de diagrama es útil para visualizar y comprender las interacciones entre diferentes grupos de participantes en un proceso de negocio. Permite identificar las conversaciones clave y las secuencias en las que se producen, facilitando la interacción y la coordinación entre los diversos pools.

1.5.1.2. Herramientas disponibles en el mercado para modelar software utilizando BPM.

Existen varias herramientas disponibles en el mercado para modelar software utilizando BPM (Business Process Management) y BPMN (Business Process Model and Notation). Algunas de estas herramientas populares son:

- 1. Signavio:** Es una plataforma de modelado y gestión de procesos que soporta BPMN. Proporciona capacidades de colaboración en tiempo real, análisis de procesos y generación de informes.

- 2. Camunda:** Es una plataforma de automatización de procesos de negocio

basada en BPMN. Permite modelar procesos, ejecutarlos y supervisar su rendimiento. También ofrece características avanzadas como reglas de negocio y gestión de casos.

3. IBM BPM: Es una suite de software de gestión de procesos empresariales de IBM. Ofrece herramientas de modelado basadas en BPMN, así como capacidades de ejecución, supervisión y optimización de procesos.

4. ARIS: Es una plataforma de modelado de procesos empresariales que admite la notación BPMN. Proporciona una amplia gama de funcionalidades, incluyendo la documentación de procesos, el análisis de impacto y la simulación.

5. Bizagi: Es una herramienta de modelado BPMN que ofrece una interfaz intuitiva y sencilla de usar. Permite modelar procesos de negocio, generar documentación y simular el flujo de trabajo. Se utiliza para el modelado y automatización de procesos empresariales.

La plataforma de Bizagi brinda una interfaz gráfica intuitiva y accesible de usar que concede a los usuarios modelar visualmente los procesos de negocio empleando la notación BPMN (Business Process Model and Notation). Esto les permite representar los pasos, las tareas, las decisiones y las interacciones de los procesos en forma de diagramas de flujo claros y comprensibles.

Además del modelado, también proporciona funcionalidades de automatización de procesos. Los usuarios pueden definir reglas de negocio, asignar roles y responsabilidades, establecer flujos de trabajo y definir la lógica de automatización. Esto permite que los procesos se ejecuten de manera más eficiente y consistente, eliminando errores y reduciendo la dependencia de los procesos manuales.

Bizagi también ofrece características de monitoreo y análisis que permiten a los usuarios supervisar el rendimiento de los procesos en tiempo real, identificar cuellos de botella y áreas de mejora, y tener en cuenta decisiones sustentadas en datos para mejorar los procesos empresariales.

En cuanto a la integración, Bizagi es compatible con la integración de sistemas y la interoperabilidad con otras aplicaciones y tecnologías. Esto permite la conexión con sistemas existentes, como bases de datos, sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) y servicios web, lo que facilita la automatización y la colaboración con otros sistemas y herramientas empresariales.

Bizagi BPM, la plataforma de negocios digital que se orienta en tres funciones centrales de los procesos de trabajo, que son: función central ágil, atractiva y conectable:

- 1) Agilidad: estas son funciones que fomentan la generación de ideas y la experimentación entre el negocio y TI. (TI), que permite una mejora operativa y rápida de la producción.
- 2) Compromiso: Aumentar el conocimiento de RRHH a través de prácticas individualizadas y enmarcadas, ayudándolos a obtener un mayor compromiso de clientes y empleados.
- 3) Conectado: Consta de una capa de procesos suficientemente leve que engloba un software, para perfeccionar modelos de operaciones basados en el cliente.

[33]

Bizagi BPM tiene tres herramientas las cuales son Bizagi Modeler, Studio y Engine, estas apoyan a mejorar todo el proceso de una empresa, permiten modelar, construir y ejecutar. [33]

a. Bizagi Modeler

Es el inicio para elaborar una solución en Bizagi, esta herramienta emplea el estándar BPMN que es aprobado en el mundo para el modelamiento de procesos, facilita documentar y diseñar el flujo del proceso que es una agrupación de acciones.

[33]

b. Bizagi Studio

Bizagi Studio admite cambiar todas las tareas del proceso trazado en Bizagi Modeler esta es una aplicación ejecutable basada en la web, que se efectúa en un

servidor web Microsoft Internet Information Services (IIS).[33]

Bizagi Studio emplea una sábana de datos, donde registra los detalles de implementación y los procesos, ante ello, mantiene dos alternativas de base de datos, una plataforma corporativa de SQL Server en su edición 2008, service pack 3 hasta la versión SQL Server 2014, y la otra base de datos Oracle, en las versiones Oracle 11g R2 y Oracle 12c. [33]

Con Bizagi Studio, se basa en la metodología BPM para desarrollar una solución. Continuando con estos pasos: 1) Proceso de edición: en primer lugar, se edita los procesos de negocio que han sido elaborados o están creando procesos nuevos. 2) Modelado de datos: luego de los procesos creados, Bizagi Studio admite la creación un modelo de datos que describa su negocio. 3) definición de formularios: Habilita instaurar formularios para ingresar información desde o para el usuario de la aplicación. 4) Reglas comerciales: las reglas comerciales se definen y aprueban en consecuencia. Además, te permite realizar actividades según situaciones de la empresa, validaciones y resultados esperados según reglas definidas. 5) Participantes: en cada proceso selecciona participantes. 6) Integración: permite la conexión con otras aplicaciones, así como la reciprocidad e implementación de mensajes procesos. 7) Ejecución: Finalmente, los procesos son ejecutados en un entorno de producción y prueba, también, selecciona los procesos a ser publicado en Bizagi Cloud. [33]

c. Bizagi Engine

Posee características para llevar a cabo procesos en ambiente web y móvil, es decir. En función a ello se realiza en la plataforma .NET. Admite una arquitectura de sistema de alta disponibilidad con los siguientes requisitos: 1) Tiene un clúster de base de datos para tolerancia a fallas. 2) Cuenta con cluster de servidores Bizagi para balanceo de carga. 3) Tiene un balanceador de carga que coordina las cargas al clúster de servidores Bizag. [33]

1.5.2. Calidad de Software.

Se refiere a la conformidad de requisitos funcionales y al rendimiento claramente establecido, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las cualidades implícitas que se esperan de todo software profesionalmente desarrollado. [1]

La calidad del software es la capacidad para cumplir los requisitos establecidos y las expectativas de los usuarios. Esto incluye características como usabilidad, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad y eficiencia. [2]

La calidad del software es el nivel en el que un sistema, componente o proceso de software efectúa requisitos detallados, las necesidades o perspectivas del cliente/usuario y cualquier norma o criterio relevante.[34]

1.5.2.1. Norma ISO/IEC 25000.

La norma ISO/IEC 25000, también conocida como SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation), es un grupo de estándares a nivel internacional que proporciona directrices y especificaciones para la evaluar y incrementar la calidad del software. Esta norma aborda diferentes aspectos de la calidad del software, incluyendo la calidad interna (características técnicas), la calidad externa (comportamiento observable) y la calidad en uso (satisfacción del usuario).

SQuaRE define un modelo de calidad de software que se constituye de características y, subcaracterísticas de calidad, métricas asociadas. Algunas de las cualidades de calidad incluidas en la norma son funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

La norma ISO/IEC 25000 muestra un marco estructurado y metodologías para evaluar la calidad del software, permitiendo a las organizaciones medir, comparar y mejorar la calidad de sus productos de software. [34]

La norma ISO/IEC 25000:2014 se estructura en diversas partes, que incluyen:

ISO/IEC 25000-1:2014: Esta parte proporciona una introducción y un resumen

de las características y subcaracterísticas definidas en el modelo de calidad.

ISO/IEC 25000-2:2014: En esta parte se describen los requisitos de la calidad interna del software, que se refieren a las características y subcaracterísticas relacionadas con los aspectos técnicos del software.

ISO/IEC 25000-3:2014: Esta parte aborda los requisitos de calidad externa del software, que se relacionan con las características y subcaracterísticas que son observables por los usuarios.

ISO/IEC 25000-4:2014: En esta parte se detallan los requisitos de calidad en uso, que se centran en la satisfacción del usuario y en cómo el software cumple con sus expectativas y necesidades.

Ampliaremos sobre los requisitos de calidad en uso, hace referencia a la experiencia y satisfacción del usuario final al utilizar el software en situaciones reales. Es un enfoque que va más allá de la funcionalidad y la ausencia de errores, y se centra en las necesidades y expectativas de los usuarios que son cumplidas por el software, brindando una experiencia efectiva, eficiente y satisfactoria [35].

[34]La calidad en uso se define como la medida en que un producto de software puede ser utilizado de forma eficiente, satisfactoria y efectiva en un contexto específico de uso por parte de los usuarios previstos.

La norma ISO/IEC 25000 [34] establece un marco de referencia para evaluar y medir la calidad en uso del software, y establece criterios y métricas específicas para evaluar aspectos como la efectividad, la eficiencia, la satisfacción del usuario, la seguridad y la capacidad de adaptación del software.

La calidad en uso se basa en la interacción del software con los usuarios y su capacidad para cumplir con sus necesidades y expectativas en situaciones reales de uso. Para evaluar la calidad en uso, se consideran factores como la facilidad de aprendizaje, la facilidad de uso, el tiempo de respuesta, la tasa de error, la satisfacción del usuario y la capacidad de recuperación.

La norma ISO/IEC 25000, en su parte 4, provee una agrupación de métricas

para medir la calidad en uso del software. Algunas de las métricas comunes para evaluar la calidad en uso son las siguientes:

Efectividad: mide la capacidad del software y permite a los usuarios lograr sus objetivos de manera precisa y completa.

Eficiencia: evalúa la capacidad del software para utilizar de manera eficiente los recursos, como el tiempo y los recursos computacionales, para lograr los resultados deseados.

Satisfacción del usuario: se refiere al grado de satisfacción y aceptación de los usuarios con respecto al software y su experiencia de uso.

Seguridad: evalúa la capacidad del software para proteger la información y los recursos contra accesos no autorizados y riesgos de seguridad.

Capacidad de adaptación: mide la capacidad del software para adaptarse y responder a diferentes contextos y cambios en los requisitos y necesidades de los usuarios.

1.5.2.2. Pruebas de software

Las pruebas de software para medir la calidad en uso se realizan mediante diferentes técnicas y enfoques, que permiten evaluar cómo el software se comporta en el entorno real y cómo satisface las necesidades de los usuarios. Estas pruebas se centran en aspectos como la usabilidad, la eficiencia, la accesibilidad y la satisfacción del usuario.

[36] se mencionan diferentes técnicas de prueba que son utilizadas para medir la calidad en uso del software. Entre ellas se encuentran las pruebas de usabilidad, las pruebas de rendimiento, las pruebas de carga y estrés, y las pruebas de aceptación del usuario.

Por otro lado, [35] se aborda el tema de las pruebas de software y se describen diferentes técnicas y enfoques para evaluar la calidad en uso. Se mencionan las pruebas de aceptación, las pruebas de usabilidad y las pruebas de rendimiento como

algunas de las principales técnicas utilizadas para medir la calidad en uso del software.

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación:

El presente proyecto es de tipo Aplicada debido a que se obtiene nuevos conocimientos y es un orientado esencialmente para adquirir nuevos conocimientos, y está orientado fundamentalmente a un objetivo práctico específico la investigación cuantitativa, se analizará los datos recolectados utilizando un enfoque estadístico, obteniendo un resultado para acreditar la hipótesis.

El diseño de la investigación:

El diseño de este estudio es cuasi-experimental, es preciso mencionar que no se ejerce un control real de variables, en cuanto al caso de estudio se manipula deliberadamente de una a más variables vinculadas.

2.2. Variables, Operacionalización

La definición operacional de la calidad en uso de software en términos de funcionalidad, adecuación y rendimiento podría ser la siguiente:

Variable Dependiente: Calidad del software de un sistema de gestión de trámites en una institución de educación nivel superior

Definición operacional: La calidad en uso de software se medirá mediante la aplicación de las siguientes métricas y criterios:

Funcionalidad: Se evaluará la capacidad del software para realizar las funciones y operaciones esperadas de acuerdo con los requisitos establecidos. Se medirá la completitud funcional, es decir, si todas las funcionalidades requeridas están implementadas, y la corrección funcional, que se refiere a la capacidad del software para entregar los resultados correctos.

Adecuación: Se evaluará en qué medida el software se ajusta y cumple las necesidades y expectativas de los usuarios. Se medirá la pertinencia funcional,

que se refiere a la relevancia y adecuación de las funcionalidades del software para el contexto y dominio de uso.

Rendimiento: Se evaluará la capacidad del software para dar respuesta y ejecutar las tareas de manera eficiente y en un tiempo adecuado. Se medirá el comportamiento temporal en rendimiento, que se refiere a la rapidez y eficiencia con la que el software realiza las operaciones, así como la utilización de recursos computacionales, que se refiere al consumo de recursos como CPU, memoria y ancho de banda.

Estos criterios se medirán utilizando técnicas como pruebas de funcionalidad, análisis de requisitos, pruebas de rendimiento y monitoreo del uso de recursos. Se establecerán métricas y estándares para evaluar y comparar los resultados obtenidos.

Tabla 1.

Operacionalización de la variable.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Calidad del software de un sistema de gestión de trámites en una institución de educación nivel superior	La calidad del software es el nivel en el que un sistema, elemento o proceso de software cumple las exigencias especificadas, necesidades o expectativas del cliente/usuario y cualquier norma o criterio relevante	La calidad de software se medirá mediante la aplicación de las siguientes métricas y criterios: funcionalidad, adecuación y rendimiento	No Aplica	Completitud Funcional Corrección Funcional Pertinencia Funcional Comportamiento temporal en rendimiento Utilización de recursos de CPU Utilización de recursos de Memoria	No Aplica	casos de prueba	N° de Funciones correctas. N° de funciones que se ejecutan con precisión N° de funciones que cumplen con los objetivos planteados Consumo en MB de CPU Consumo en MB de Memoria	Numérica	Porcentaje Promedio

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

La población tomada son los 9 procesos que la aplicación debe desarrollar utilizando una herramienta centrada en BPM. Estos procesos cumplen con las funciones administrativas de los procedimientos administrativos (PA) de una institución educativa superior. Estos procesos son: gestión académica de una institución educativa nivel superior, registro de matrícula, Gestión de usuarios, rectificación de matrícula, aprobación de trabajos de investigación, generación de horarios, de gestión de la investigación, evaluación curricular, y del desempeño de docente.

La muestra es no probabilística, tomada por conveniencia a 3 procesos importantes: registro de matrícula, Gestión de usuarios y rectificación de matrícula.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La investigación decidió aplicar las técnicas de: observación estructurada, casos de prueba.

a. Observación estructurada

Se registró visualmente la aplicación de los procesos de gestión de papel por parte de la institución educativa superior de acuerdo al problema en estudio. La fiabilidad de la observación directa es máxima porque la información se obtiene directamente, por lo que es fiable siempre que se realice en un procedimiento estructurado y controlado.

b. Casos de prueba

El conjunto de variables se utilizó para realizar una prueba de aplicación para determinar si se cumplía con el requisito. Cada reclamo verificado se prueba con este instrumento.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

2.5.1. Definición de la necesidad de análisis de datos.

El análisis de datos tiene como finalidad llegar a una hipótesis específica para dar respuesta al problema formulado en este estudio, la cual es: ¿Cuál es el nivel de calidad de las aplicaciones desarrolladas con herramientas basadas en BPM para gestionar procesos a

un nivel superior?

2.5.2. Establecer métricas de valuación de calidad de aplicación.

Las métricas se definen para garantizar la calidad del análisis de datos. Eso es todo el estudio evaluó específicamente las propiedades funcionales y la eficacia rendimiento de la aplicación del producto. ISO/IEC 25010 se utilizó para este propósito.

Según las métricas definidas para evaluar la calidad de las aplicaciones son:

1) Completitud Funcional: Una medida de la integridad de la completitud funcional. ¿Qué tan completa está la aplicación implementada de acuerdo con las especificaciones requeridas? Fórmula utilizada:

$$x = \frac{A}{B}$$

A= Número de funciones no válidas o no implementadas.

B= Número de funciones requeridos.

Dónde: B>0

2) Corrección Funcional: Métrica de precisión ¿Cuántas funciones se ejecutan correctamente con la precisión requerida? Fórmula utilizada:

$$x = \frac{A}{B}$$

A=Número de funciones validas o correctamente implementados.

B=Número de funciones requeridas.

Dónde: B>0

3) Pertinencia Funcional: Métricas de funciones apropiadas (el programa no hace cosas innecesarias o redundantes). ¿Cuántas características apropiadas proporciona la aplicación para cumplir con los objetivos específicos del usuario? Fórmula utilizada:

$$x = \frac{A}{B}$$

A= Número de funciones validas o correctamente implementados.

B= Número de funciones seleccionables definidas.

Dónde: B>0

4) Comportamiento temporal en rendimiento: Métrica de rendimiento. ¿Cuánto tiempo lleva completar la tarea con el tiempo? Fórmula utilizada:

$$x = \frac{A}{T}$$

A=Numero de tareas completadas

T=Intervalo de tiempo.

Dónde: T>0

5) Utilización de recursos de CPU: La métrica muestra el uso de la CPU. ¿Cuántos recursos de CPU se utilizaron para completar la operación? Fórmula utilizada:

$$x = A$$

A=Cantidad de CPU que se requiere para completar una actividad.

6) Utilización de recursos de Memoria: Métrica que mide la

memoria. ¿Cuánto espacio de memoria se utilizó para realizar la operación?

Fórmula utilizada:

$$x = A$$

A= La cantidad de espacio de memoria utilizado para completar la tarea.

2.6. Criterios éticos

Se consideran los siguientes principios teóricos: La información obtenida durante una carrera profesional como ingeniero de sistemas en la USS se considera criterio ético para la obtención de información en esta investigación, por lo que se consideran los siguientes criterios: claridad, confiabilidad de la fuente de información y transparencia.

Claridad: La información obtenida se mantiene de manera organizada y clara para el entendimiento y fácil comprensión de la información.

Confiabilidad: La información obtenida es confiable debido a que en su recolección se utilizó una técnica de observación estructurada, lo que hace que la información obtenida sea confiable.

Transparencia: Los datos recopilados se muestran tal como se recibieron, sin cambios ni intervenciones externas que modifiquen el resultado.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Resultados en Tablas y Figuras.

Aplicación creada después de la evaluación de BPM para la gestión de tres procesos de institución educativa superior, empleando el modelo ISO/IEC 25010, se muestra gráficos representativos. Para el indicador de completitud de funcionalidades se obtuvo los resultados para cada proceso, en el proceso A registro de matrícula se encontró Dos funcionalidades mal implementadas, en el proceso B que es la Gestión de usuarios donde se obtuvieron tres funciones mal implementadas y el proceso C rectificación de matrícula, la adición de las funciones ejecutadas incorrectamente es 2, el valor esperado está más cerca de 0, por lo que el valor ponderado (/10) es 1.09, porque solo 7 de las 64 funciones requeridas se ejecutan incorrectamente.

Tabla 2

Resultados adquiridos para completitud funcional.

Procesos	Funciones		Ponderación (/10)
	incorrectamente o no implementados	Funciones requeridas	
Proceso A	2	21	9.00
Proceso B	3	25	8.80
Proceso C	2	18	8.90
TOTAL	7	64	8.90

En cuanto al indicador de mejora funcional, en cada proceso se alcanzó los resultados, en el proceso A registro de matrícula se observó la correcta implementación de 18 funciones, en el proceso B que es la Gestión de usuarios que tiene 23 funciones correctas y el proceso C rectificación de matrícula, 17 funciones están correctamente implementadas, la suma de funciones correctamente implementadas es 58, lo cual se representa con un peso (/10) de 9.06, debido a las 64 funciones requeridas, 58 funciones fueron correctamente

implementadas.

Tabla 3

Resultados logrados para corrección funcional.

Procesos	Funciones correctamente implementadas	Funciones requeridas	Ponderación (/10)
Proceso A	18	21	8.57
Proceso B	23	25	9.20
Proceso C	17	18	9.44
TOTAL	58	64	9.06

Para pertinencia funcional se obtuvo para cada proceso un resultado, en el proceso A que es el registro de matrícula, donde se encontró 18 funciones y se han cumplido los requisitos de precisión, en el proceso B que es la Gestión de usuarios y se encuentran 19 funciones obtenido con la precisión requerida; el proceso C rectificación de matrícula, con la precisión requerida se encontraron 13 funciones, el valor ponderado (/10) es de 78.12, debido a que 50 de las 64 funciones requeridas fueron implementadas con la requeridas exactitud.

Tabla 4

Resultados alcanzados para pertinencia funcional.

Procesos	Funciones implementadas apropiadamente	Funciones requeridas	Ponderación (/10)
Proceso A	18	21	8.57
Proceso B	19	25	7.60
Proceso C	13	18	7.22
TOTAL	50	64	7.81

En el indicador de comportamiento temporal se tiene como rendimiento para cada proceso lo siguiente, en el proceso A que es el registro de matrícula se concluye en el minuto

ocho, en el proceso B que es la Gestión de usuarios se concluye en el minuto seis; por último, en el proceso C rectificación de matrícula, se concluye en el minuto ocho, un total de 22 minutos para completar 3 procesos, el tiempo estimado para completarlos es de 25 minutos, entonces el valor ponderado (/10) es 10 porque se completan 64 operaciones en 22 minutos.

Tabla 5

Resultado para comportamiento temporal en rendimiento

Procesos	Inicio de tarea	Fin de tarea	Tiempo transcurrido	Intervalo de tiempo (64/25 min)	Número de Actividades o tareas	Ponderación (/10)
Proceso A	17:07:00	17:17:00	0:08:00	8	21	3.20
Proceso B	17:20:00	17:26:00	0:06:00	6	25	2.40
Proceso C	17:30:00	17:38:00	0:08:00	8	18	3.20
TOTAL				22	64	8.80

Del indicador de uso de recursos mientras se ejecuta la aplicación y el uso de CPU y memoria, los efectos o resultados obtenidos fueron 2% de CPU y un 2,09 % de memoria, por lo que los valores ponderados de la CPU son 9,8 y 9,79 para el uso de memoria.

Tabla 6

Resultado alcanzado para utilización de los recursos

Eficiencia de desempeño	Recurso utilizado	Capacidad Total	Valor Obtenido (%)	Ponderación (/10)
Utilización de CPU	0.063 GHz	4.0 GHz	1.57%	9.84
Utilización de Memoria	159.30 MB	8041.6 MB	1.98%	9.80

La Figura N° 01 muestra los resultados de las métricas con ponderación (/10), donde se observa que la completitud funcional, se obtiene un valor de 8.9, lo que representa un 89% de implementación acorde a los requerimientos especificados. La corrección funcional

alcanza un valor de 9.06, lo que indica que el 90.6% de las funciones se implementan correctamente con la precisión requerida. En términos de pertinencia funcional, se obtiene un valor de 7.81, lo que significa que el 78.1% de las funciones son apropiadas y no realizan acciones innecesarias o excesivas. En términos de comportamiento temporal, se obtiene un valor de 8.8, lo que significa que el 88.0% lo que indica que el tiempo para realizar una tarea deseada. En cuanto a la utilización de la CPU, se obtiene un valor ponderado de 9.84, lo cual indica que está cerca del valor deseado. En cuanto a la utilización de la memoria, se obtiene un valor ponderado de 9.8, lo que también indica que está cerca del valor deseado.

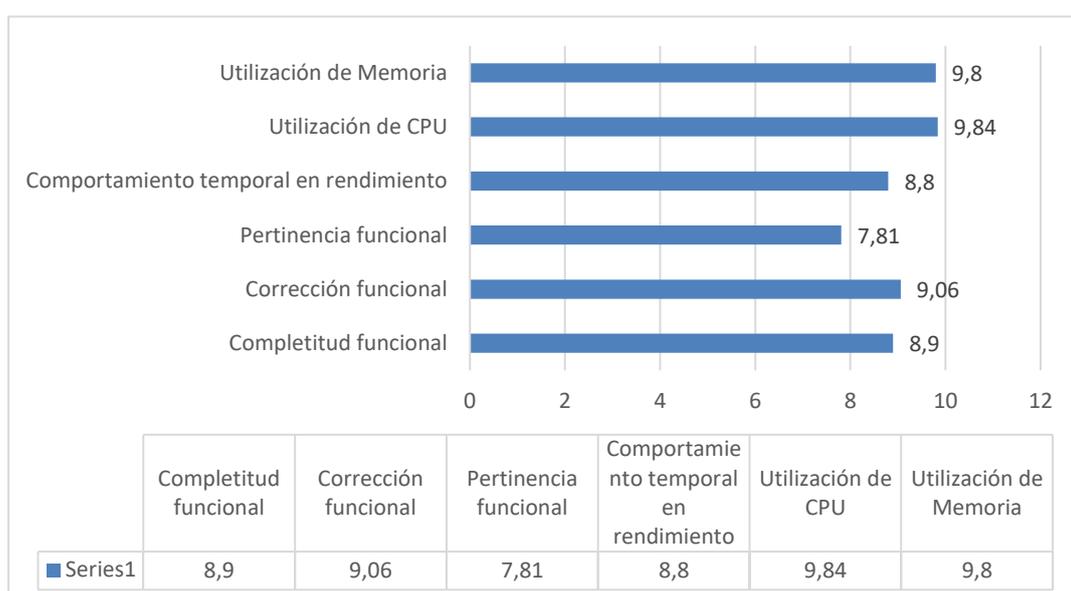


Figura 1 Resultados de las métricas con ponderación (/10), donde se observa que la completitud funcional,

Los resultados finales se clasificaron según las características evaluadas, donde se determinó que la adecuación funcional y la eficiencia de desempeño son las características de mayor importancia. En relación a estos aspectos, se obtuvieron los siguientes resultados: la adecuación funcional obtuvo un valor final de 5.10, lo que representa un 51% de calidad, mientras que la eficiencia de desempeño obtuvo un valor final de 4.87, equivalente al 48.7% de calidad. Estos valores se obtuvieron multiplicando el porcentaje de importancia por el valor parcial, en una escala del 1 al 10, y luego se convirtieron a un porcentaje. En el caso de la adecuación funcional, el valor parcial fue de 9.36 con una importancia del 57%, mientras que en la eficiencia de desempeño el valor parcial fue de 9.70 con una importancia

del 55%.

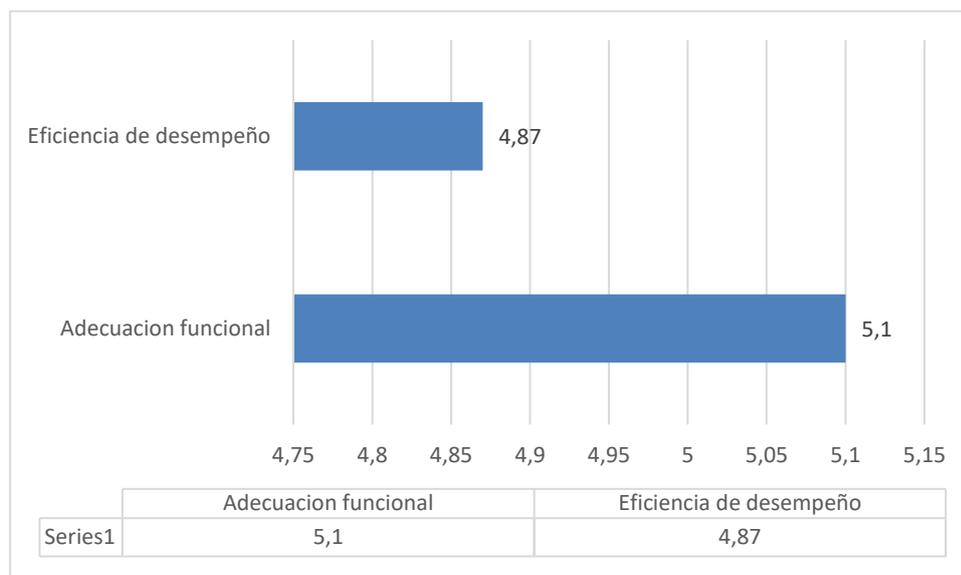


Figura 2 Resultado de Eficiencia de desempeño y Adecuación Funcional

El resultado general de la evaluación de calidad externa de la aplicación desarrollada mediante el uso de BPM y aplicando el modelo ISO/IEC 25010, es de 9.43, lo que representa un 94% de calidad óptima. Esto significa que la aplicación se encuentra dentro del rango de medición de 7.50 a 10, cumpliendo con los requisitos establecidos para la construcción del prototipo. Por lo tanto, se considera un producto de calidad óptima, que cumple satisfactoriamente con los estándares y especificaciones requeridos.

Tabla 7

Resultado global de la evaluación calidad externa de la aplicación generada por BPM.

	Calidad de Aplicación (/10)	Porcentaje de calidad
Calidad faltante	0.03	3.00%
Calidad obtenida	9.97	99.70%
Total	10.00	100%

Nota: Se muestra nivel de calidad de la aplicación y el porcentaje de la misma.

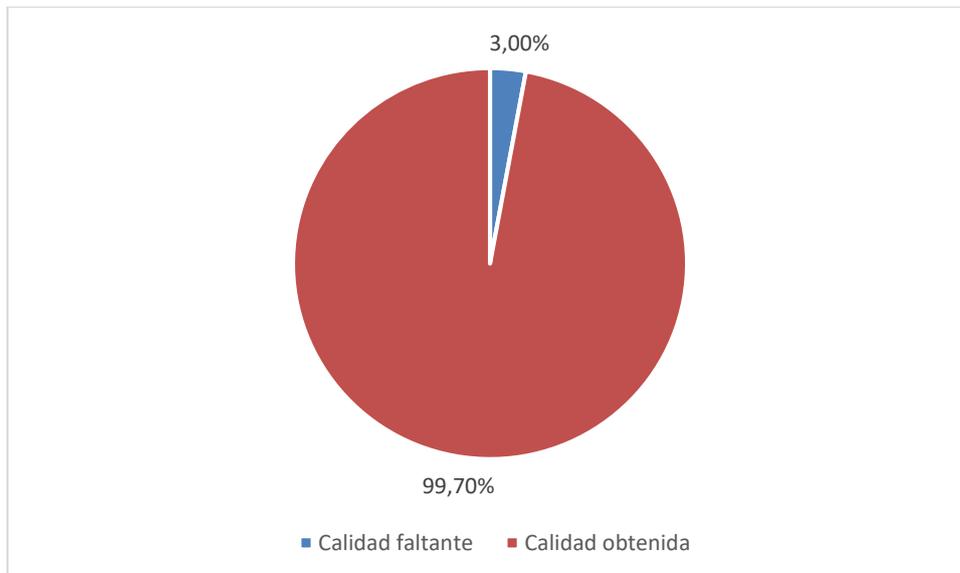


Figura 3. Resultado global de la evaluación calidad externa de la aplicación generada por BPM.

3.2. Discusión

La evaluación de calidad realizada en el contexto de la aplicación generada mediante el uso de BPM para la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior arrojó resultados satisfactorios en términos de completitud funcional, corrección funcional, pertinencia funcional, comportamiento temporal en rendimiento y utilización de recursos. Estos resultados reflejan el grado de cumplimiento de los requisitos y expectativas establecidos para el desarrollo de la aplicación.

En cuanto a la completitud funcional, se observó que el 89% de las funcionalidades requeridas fueron implementadas correctamente, lo cual indica un alto nivel de cumplimiento de las especificaciones. Sin embargo, se identificaron siete funcionalidades que no se implementaron o presentaron fallos en su implementación. Es importante tomar acciones correctivas para abordar estas deficiencias y garantizar una completitud funcional del 100%.

En términos de corrección funcional, se evidenció que el 90.6% de las funcionalidades se implementaron de manera precisa y correcta. Este resultado indica que la aplicación cumple con las funciones requeridas de manera adecuada. Sin embargo, es necesario prestar atención a las funcionalidades restantes y realizar las correcciones

necesarias para mejorar aún más la corrección funcional y alcanzar un nivel más cercano al ideal.

La pertinencia funcional mostró un resultado del 78.1%, lo que significa que el 78.1% de las funcionalidades implementadas son apropiadas y no realizan acciones innecesarias o excesivas. Este resultado indica que existe margen para optimizar el uso de recursos y eliminar cualquier funcionalidad que no aporte valor al usuario. Se recomienda realizar un análisis más detallado de las funcionalidades que no cumplen con la pertinencia funcional y realizar los ajustes necesarios.

En relación al comportamiento temporal en rendimiento, se obtuvo una puntuación cercana al valor deseado. Los tres procesos evaluados se ejecutaron en un total de 22 minutos, cumpliendo con el tiempo objetivo establecido de 25 minutos. Este resultado indica que la aplicación presenta un rendimiento satisfactorio en términos de tiempo de ejecución. Sin embargo, se debe realizar un monitoreo continuo para identificar posibles cuellos de botella y optimizar aún más el rendimiento.

En cuanto a la utilización de recursos, tanto el uso de CPU como el uso de memoria se encuentran en niveles aceptables. El uso de CPU se sitúa en un 1.57% de su capacidad total, mientras que el uso de memoria representa un 1.98% del total disponible. Estos resultados indican un uso eficiente de los recursos y un diseño eficaz de la aplicación.

En general, los resultados de la evaluación de calidad externa utilizando el modelo ISO/IEC 25010 demuestran que la aplicación desarrollada mediante BPM para la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior es de alta calidad. La puntuación final de 9.43, que representa el 94.3% de la calidad óptima, indica que la aplicación cumple con los requisitos establecidos y supera las expectativas en términos de calidad. Sin embargo, se deben abordar las áreas de mejora identificadas para optimizar aún más la calidad en uso del software y garantizar una experiencia óptima para los usuarios.

3.3. Aporte de la investigación (opcional)

3.3.1. Construcción del prototipo de la aplicación basado en la metodología

BPM.

La construcción del prototipo de la aplicación para la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior basada en BPM seguirá los siguientes pasos:

- a) Identificación de requerimientos: Se recopilan y analizan los requisitos del sistema y las necesidades de los usuarios. Se definen los objetivos y funcionalidades que se espera que el prototipo cumpla.
- b) Diseño conceptual: Se elabora un diseño conceptual de la aplicación, donde se definen los procesos de negocio, las reglas y la estructura de datos. Se establece cómo se relacionan las diferentes partes del sistema y se identifican los flujos de trabajo.
- c) Diseño de interfaz de usuario: Se crea la interfaz de usuario del prototipo, diseñando los formularios, pantallas y elementos gráficos necesarios para que los usuarios interactúen con la aplicación. Se busca lograr una interfaz intuitiva y fácil de usar.
- d) Desarrollo del prototipo: Se implementa el prototipo utilizando herramientas y tecnologías adecuadas. Se construyen los componentes y funcionalidades básicas del sistema, enfocándose en lograr una representación funcional y demostrativa de la aplicación final.
- e) Evaluación y retroalimentación: Se somete el prototipo a pruebas y evaluaciones, donde los usuarios y los stakeholders pueden interactuar con él y proporcionar comentarios y sugerencias. Se recopila información valiosa para realizar mejoras y ajustes en el prototipo.
- f) Refinamiento y mejoras: Se realizan modificaciones en el prototipo en

función de la retroalimentación recibida. Se corrigen errores, se incorporan nuevas funcionalidades y se optimiza el desempeño y la usabilidad del prototipo.

g) **Presentación y validación:** Se muestra el prototipo a los usuarios y a los stakeholders para validar su funcionamiento y asegurarse de que cumple con los requisitos establecidos. Se realizan pruebas de validación y se ajustan aspectos finales del prototipo.

h) **Documentación y entrega:** Se documenta el prototipo, incluyendo su diseño, funcionalidades y características. Se genera la documentación necesaria para el desarrollo posterior de la aplicación final. El prototipo puede entregarse como una referencia para el desarrollo completo del software.

3.3.1.1. Identificación de requerimientos:

3.3.1.1.1. Requerimientos No Funcionales.

Los requisitos no funcionales para el sistema de gestión de trámites en una institución de educación nivel superior son aquellos que no se centran en las funcionalidades directas del sistema, sino en sus características, restricciones y calidad en general.

Tabla 8: Requerimientos No funcionales

ID	RQ	Descripción
1	Seguridad	El sistema debe garantizar la protección de la información confidencial y personal de los usuarios, así como prevenir accesos no autorizados y ataques informáticos.
2	Escalabilidad	El sistema debe tener la capacidad de adaptarse y crecer de manera eficiente para manejar un aumento en la cantidad de usuarios y trámites a medida que la institución crece.
3	Rendimiento	El sistema debe ser capaz de procesar los trámites de manera rápida y eficiente, evitando tiempos de espera prolongados y asegurando una respuesta ágil a las solicitudes de los usuarios.

4	Disponibilidad	El sistema debe estar disponible de manera continua y confiable, minimizando cualquier tiempo de inactividad planificado o no planificado que pueda afectar la realización de trámites.
5	Usabilidad	El sistema debe ser fácil de usar y comprender, con una interfaz intuitiva y amigable para los usuarios, independientemente de su nivel de conocimiento técnico.
6	Adaptabilidad	El sistema debe ser flexible y adaptable a los cambios en los procesos y requisitos de gestión de trámites de la institución, permitiendo la incorporación de nuevas funcionalidades y la modificación de las existentes
7	Integración	El sistema debe tener la capacidad de integrarse con otros sistemas y plataformas utilizados en la institución, como sistemas de gestión académica, sistemas de autenticación de usuarios, entre otros.
8	Mantenibilidad	El sistema debe ser fácil de mantener y actualizar, permitiendo realizar cambios y correcciones de manera eficiente sin afectar la operación general del sistema.

3.3.1.1.2. Requerimientos Funcionales.

Tabla 9: Requerimientos funcionales

ID	Proceso	RQ	Descripción	Estado
RQ1	Registro de matrícula	Registro de estudiantes	El sistema debe permitir el registro de nuevos estudiantes, recopilando su información personal, datos de contacto y documentación requerida.	Aprobado
RQ2		Gestión de cursos	El sistema debe permitir la gestión de los cursos disponibles para la matrícula, incluyendo la creación, modificación y eliminación de cursos, así como la asignación de cupos y horarios.	Aprobado
RQ3		Matrícula de cursos	El sistema debe permitir a los estudiantes seleccionar y matricular los cursos en los que desean inscribirse, verificando los requisitos	Aprobado

			y restricciones de cada curso.	
RQ4		Control de cupos	El sistema debe controlar el número de cupos disponibles para cada curso y evitar que se exceda la capacidad máxima de estudiantes por curso.	Aprobado
RQ5		Generación de horarios	El sistema debe generar horarios de clases para los estudiantes, teniendo en cuenta los cursos seleccionados, la disponibilidad de profesores y los horarios establecidos.	Aprobado
RQ6		Registro de pagos	El sistema debe permitir el registro y seguimiento de los pagos realizados por los estudiantes en concepto de matrícula y cursos, proporcionando información actualizada sobre los pagos pendientes.	Aprobado
RQ7		Generación de comprobantes	El sistema debe generar comprobantes de matrícula y pagos realizados, que puedan ser impresos o enviados electrónicamente a los estudiantes y administradores.	Aprobado
RQ8		Consulta de información:	El sistema debe proporcionar a los estudiantes y administradores la capacidad de realizar consultas sobre la información de matrícula, cursos, pagos y horarios.	Aprobado
RQ9		Generación de informes:	El sistema debe permitir la generación de informes y estadísticas relacionadas con la matrícula, como el número de estudiantes matriculados por curso, el estado de los pagos, entre otros.	Aprobado
RQ10		Administración de datos	El sistema debe proporcionar herramientas de	Aprobado

			administración de datos para los administradores, permitiendo la actualización y gestión de la información de cursos, horarios, estudiantes, pagos, entre otros.	
RQ11	Gestión de usuarios	Registro de usuarios	El sistema debe permitir el registro de nuevos usuarios, recopilando su información personal, datos de contacto y asignando un nombre de usuario y contraseña.	Aprobado
RQ12		Autenticación de usuarios	El sistema debe proporcionar un mecanismo de autenticación seguro para verificar la identidad de los usuarios al iniciar sesión en el sistema.	Aprobado
RQ13		Gestión de permisos y roles	El sistema debe permitir la asignación de permisos y roles a los usuarios, de acuerdo con su nivel de acceso y responsabilidades. Por ejemplo, algunos usuarios pueden tener permisos de solo lectura, mientras que otros pueden tener permisos de edición o eliminación de documentos.	Aprobado
RQ14		Creación y actualización de perfiles de usuario	El sistema debe permitir la creación y actualización de perfiles de usuario, donde se pueden almacenar información adicional como la posición en la organización, departamento o área de trabajo.	Aprobado
RQ15		Control de acceso a documentos	El sistema debe permitir definir los permisos de acceso a los documentos según el perfil de usuario. Por ejemplo, algunos usuarios pueden tener	Aprobado

			acceso a todos los documentos, mientras que otros solo pueden acceder a documentos específicos o a ciertas categorías de documentos.	
RQ16		Seguimiento de actividad de usuario	El sistema debe registrar y rastrear las acciones realizadas por los usuarios, como la creación, modificación o eliminación de documentos, para fines de auditoría y seguimiento.	Aprobado
RQ17		Restricción de acciones	El sistema debe aplicar restricciones en las acciones que los usuarios pueden realizar, según su rol y permisos asignados. Por ejemplo, algunos usuarios pueden tener la capacidad de aprobar o rechazar documentos, mientras que otros solo pueden ver o enviar documentos para su revisión.	Aprobado
RQ18		Gestión de usuarios inactivos	El sistema debe tener la capacidad de gestionar usuarios inactivos, como desactivar o eliminar cuentas de usuarios que ya no son válidos o que han dejado la organización.	Aprobado
RQ19		Restablecimiento de contraseñas	El sistema debe proporcionar un mecanismo seguro para que los usuarios puedan restablecer sus contraseñas en caso de olvido o bloqueo de cuenta.	Aprobado
RQ20		Notificaciones y comunicación con usuarios	El sistema debe permitir enviar notificaciones y comunicaciones relevantes a los usuarios, como alertas de nuevos documentos, cambios en permisos o recordatorios de vencimientos.	Aprobado

RQ21	Rectificación de matrícula	Solicitud de rectificación de matrícula	El sistema debe permitir a los usuarios solicitar la rectificación de su matrícula, proporcionando la información necesaria, como el motivo de la rectificación y los cambios requeridos.	Aprobado
RQ22		Validación de la solicitud	El sistema debe verificar la validez de la solicitud de rectificación, asegurando que cumpla con los criterios establecidos por la institución educativa.	Aprobado
RQ23		Evaluación de la solicitud	El sistema debe permitir que los responsables del proceso de rectificación evalúen y revisen la solicitud, verificando los cambios solicitados y su viabilidad.	Aprobado
RQ24		Aprobación o rechazo de la rectificación	El sistema debe permitir a los responsables aprobar o rechazar la solicitud de rectificación de matrícula, tomando en cuenta los criterios establecidos y la disponibilidad de cupos en los cursos solicitados.	Aprobado
RQ25		Actualización de los datos de matrícula	En caso de que la rectificación sea aprobada, el sistema debe permitir la actualización de los datos de matrícula del estudiante, incluyendo los cursos agregados, eliminados o modificados.	Aprobado
RQ26		Generación de constancia de rectificación	El sistema debe generar automáticamente una constancia de rectificación de matrícula, que indique los cambios realizados y la validez de los nuevos datos de matrícula.	Aprobado
RQ27		Registro de seguimiento de rectificaciones	El sistema debe mantener un registro de todas las rectificaciones de matrícula realizadas,	Aprobado

			incluyendo información como la fecha, la solicitud, la aprobación y los cambios efectuados.	
RQ28		Notificaciones a los interesados	El sistema debe enviar notificaciones a los estudiantes y al personal involucrado en el proceso de rectificación, informando sobre el estado de la solicitud, la aprobación o el rechazo, y cualquier acción adicional requerida.	Aprobado
RQ29		Integración con el sistema de gestión académica	El sistema de gestión documental debe integrarse con el sistema de gestión académica existente, asegurando la correcta actualización de los datos de matrícula y evitando inconsistencias en la información	Aprobado

Sistema de Trámite Documentario

Usuario:

Contraseña:

Ingresar

[Olvidé Contraseña](#)

Figura 4. Loguin al sistema.

Registro de Estudiantes

Nombre:

Apellido:

DNI:

Email:

Teléfono:

Escuela Profesional:

Género: Masculino Femenino

Guardar

Cancelar

Figura 5. Registro de estudiantes

Gestión de Cursos

Crear Curso

Nombre del Curso:

Cupos Disponibles:

Horario:

Crear Curso

Figura 6. Gestión de Cursos / crear curso

Modificar Curso

Curso:

Nuevo Nombre:

Nuevos Cupos:

Nuevo Horario:

Modificar Curso

Figura 7. Gestión de Cursos / Modificar curso

Modificar Curso

Eliminar Curso

Curso:

Eliminar Curso

Listado de Cursos

Curso	Cupos Disponibles	Horario
Curso 1	10	Lunes y Miércoles, 9:00 - 11:00
Curso 2	15	Martes y Jueves, 14:00 - 16:00
Curso 3	20	Viernes, 10:00 - 12:00

Figura 8. Gestión de Cursos / Eliminar curso / Listar Curso

Matrícula de Cursos

Cursos Disponibles

- Curso 1
- Curso 2
- Curso 3

Matricular Cursos

Cursos Matriculados

Curso

Curso 1

Curso 3

Figura 9. Matrícula en cursos.

Control de Cupos

Cursos Disponibles

Curso 1

Curso 2

Curso 3

Actualizar Cupos

Figura 10. Control de cupos por curso

Generador de Horarios de Clase

Curso:

Profesor:

Hora de Inicio:

Hora de Fin:

Días:

Agregar Curso

Horario de Clase

Curso	Profesor	Hora de Inicio	Hora de Fin	Días
-------	----------	----------------	-------------	------

Figura 11: Generador de Horarios de Clase

Registro de Pagos

Registrar Pago

Nombre del Estudiante:

Concepto:

Monto:

Registrar Pago

Pagos Pendientes

Estudiante	Concepto	Monto	Estado
Juan Carlos Rebaza Guzman	Matrícula	S/ 500	Pendiente
Leidy Valentina Rebaza Nuñez	Curso	S/ 200	Pagado

Figura 12: Registro de Pagos

Comprobante de Matrícula

Detalles de Matrícula

Estudiante:	Juan Carlos Rebaza Guzman
Código de Estudiante:	20210001
Curso:	Matemáticas
Período:	2023
Fecha de Matrícula:	12 de junio de 2023

Detalles de Pago

Concepto	Monto	Fecha de Pago
Matrícula	\$500	12 de junio de 2023
Curso de Matemáticas	\$200	15 de junio de 2023

Imprimir

Figura 13: Comprobante de matrícula

Consulta de Información

Tipo de consulta:

Matrícula ▼

Realizar consulta:

Consultar

Figura 14: Consulta de información

Reportería de Matrícula

Número de estudiantes matriculados por curso:

Curso A: 50 estudiantes

Curso B: 30 estudiantes

Curso C: 40 estudiantes

Estado de los pagos:

Pagado: 120 estudiantes

Pendiente: 30 estudiantes

Atrasado: 10 estudiantes

Otros informes:

Informe 1: Datos del informe 1

Informe 2: Datos del informe 2

Informe 3: Datos del informe 3

Figura 15: Reportería de Matrícula

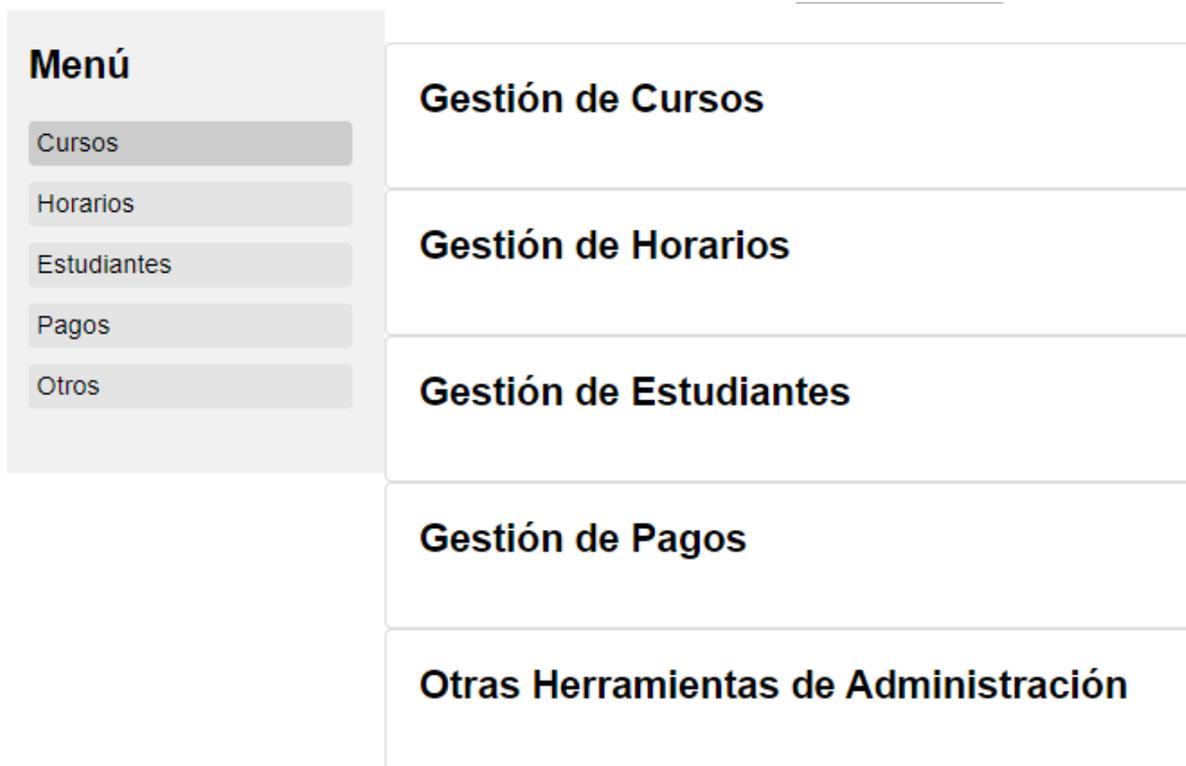


Figura 16: Gestión del sistema

Asignación de Permisos y Roles

Roles de Usuario

Administrador
 Editor
 Lector

Permisos

- Solo Lectura
- Edición
- Eliminación

Guardar

Figura 17:Asignación de permisos y roles

Creación y Actualización de Perfiles de Usuario

Nombre:

Posición:

Departamento o Área de Trabajo:

Guardar

Figura 18 Creación y actualización de perfiles de usuario

Definición de Permisos de Acceso a Documentos

Perfil de Usuario:
Administrador

Permisos de Acceso:

- Acceso a todos los documentos
- Acceso a documentos específicos
- Acceso a categorías de documentos

Guardar Cancelar

Figura 19: Definición de permisos

Registro y Seguimiento de Acciones de Usuarios

Registro de Acciones:	
Creación de documento	2023-06-12 10:30 AM
Modificación de documento	2023-06-12 11:45 AM
Eliminación de documento	2023-06-12 02:15 PM

Figura 20: registro y seguimiento de acciones de usuarios

Gestión de Usuarios Inactivos

Usuario 1 Inactivo



Usuario 2 Inactivo



Usuario 3 Inactivo



Figura 21: Gestión de Usuarios inactivos

Restablecimiento de Contraseña

Correo Electrónico:

Nueva Contraseña:

Figura 22: Restablecimiento de Contraseña

Notificaciones y Comunicaciones

Nueva Alerta

Se ha agregado un nuevo documento a tu cuenta.

Cambio de Permisos

Se han actualizado tus permisos para acceder a un documento.

Recordatorio de Vencimiento

Recuerda que el plazo para enviar el documento vence mañana.

Cerrar

Figura 23: Notificaciones y comunicaciones

Solicitud de Rectificación de Matrícula

Motivo de la Rectificación:

Ingrese el motivo de la rectificación

Cambios Requeridos:

Ingrese los cambios requeridos en la matrícula

Enviar Solicitud

Cancelar

Figura 24: Solicitud de rectificación de matrícula

Verificación de Solicitud de Rectificación

La solicitud de rectificación ha sido verificada y cumple con los criterios establecidos por la institución educativa.

Volver

Figura 25: Verificación de solicitud de rectificación

Evaluación de Solicitud de Rectificación

Cambios Solicitados:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum non libero a odio porta sodales. Nullam bibendum lacinia eros, et fringilla dui convallis in. Fusce in dolor sit amet leo malesuada iaculis.

Viabilidad:

Ingrese la evaluación de la viabilidad de los cambios

Aprobar

Rechazar

Figura 26: Evaluación de solicitud de rectificación

Aprobación o Rechazo de Solicitud de Rectificación

Cambios Solicitados:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum non libero a odio porta sodales. Nullam bibendum lacinia eros, et fringilla dui convallis in. Fusce in dolor sit amet leo malesuada iaculis.

Criterios:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum non libero a odio porta sodales. Nullam bibendum lacinia eros, et fringilla dui convallis in. Fusce in dolor sit amet leo malesuada iaculis.

Disponibilidad de Cupos:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Vestibulum non libero a odio porta sodales. Nullam bibendum lacinia eros, et fringilla dui convallis in. Fusce in dolor sit amet leo malesuada iaculis.

Decisión:

Aprobar

Comentarios:

Aprobar

Rechazar

Figura 27: Aprobación o rechazo de Solicitud de rectificación

Actualización de Datos de Matrícula

Cursos Agregados:

Cursos Eliminados:

Cursos Modificados:

Actualizar Datos de Matrícula

Figura 28: Actualización de datos de matrícula

Constancia de Rectificación de Matrícula

Nombre del Estudiante: Juan Carlos REbaza Guzman

Código de Estudiante: 12345

Fecha de Rectificación: 12 de mayo de 2023

Cambios Realizados:

Curso 1: Agregado

Curso 2: Eliminado

Curso 3: Modificado

Esta constancia es válida y se emite de acuerdo a los cambios realizados en la matrícula.

Figura 29: Constancia de rectificación de matrícula

Registro de Rectificaciones de Matrícula

Fecha	Solicitud	Aprobación	Cambios Efectuados
2023-06-15	Solicitud de rectificación de matrícula	Aprobada	Curso 1: Agregado, Curso 2: Eliminado
2023-06-12	Solicitud de rectificación de matrícula	Aprobada	Curso 3: Modificado

No hay registros de rectificaciones de matrícula.

Figura 30: Registro de rectificaciones de matrícula

Notificación de Rectificación de Matrícula

Estimado/a [Nombre del Estudiante],

Se le informa que su solicitud de rectificación de matrícula ha sido [Aprobada/Rechazada].

Detalles de la solicitud:

- Motivo de la rectificación: [Motivo]
- Cambios solicitados: [Cambios]
- Acciones adicionales requeridas: [Acciones]

Por favor, verifique su información actualizada y tome las medidas necesarias según corresponda.

Si tiene alguna pregunta o necesita más información, no dude en contactarnos.

[Ir al Sistema](#)

Figura 31: Notificación de rectificación matricula

Sistema de Gestión Documental y Académica

Gestión Documental

Aquí puedes acceder y administrar los documentos relacionados con la matrícula, como formularios, constancias, y otros.

[Ir al Sistema de Gestión Documental](#)

Gestión Académica

Aquí puedes acceder y administrar los datos de matrícula, cursos, horarios y demás información académica.

[Ir al Sistema de Gestión Académica](#)

Figura 32: Sistema de gestión documental

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En conclusión, la evaluación de calidad externa realizada en la aplicación generada mediante el uso de BPM para la gestión de trámites en una gerencia regional de transporte peruano arrojó resultados positivos en términos de completitud funcional, corrección funcional, pertinencia funcional, comportamiento temporal en rendimiento y utilización de recursos. Estos resultados indican que la aplicación cumple con los requisitos establecidos y supera las expectativas en cuanto a calidad. Mediante la aplicación del modelo de calidad de producto de software ISO/IEC 25010, se concluyó que las aplicaciones desarrolladas utilizando la metodología BPM para la gestión de trámites en una gerencia regional de transporte peruano alcanzan un nivel óptimo de calidad.

a) La implementación de un prototipo de una aplicación para la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior se llevó a cabo utilizando la herramienta Bizagi, la cual facilitó el proceso de desarrollo al proporcionar una interfaz intuitiva y fácil de usar. La metodología BPM se aplicó en la construcción de la aplicación, siguiendo las diferentes etapas que ofrece, incluyendo la planificación estratégica, la modelación y análisis, el diseño de procesos y datos, la automatización o construcción, la monitorización de resultados y la optimización para una mejora continua. Esta metodología proporcionó una estructura clara y definida para el desarrollo del prototipo, permitiendo avanzar de manera eficiente y efectiva en cada una de las etapas del proyecto.

b) Para seleccionar el modelo de calidad de producto de software adecuado, se llevó a cabo un proceso en el cual se definieron los criterios para la elección del modelo. Además, se realizó una comparación exhaustiva de las características y subcaracterísticas de diferentes modelos de calidad, con el objetivo de analizar la relación entre ellas y tomar una decisión fundamentada. Después de evaluar

las opciones disponibles, se optó por utilizar el modelo de calidad ISO/IEC 25010. Este modelo fue seleccionado debido a su amplio reconocimiento en la industria y su enfoque integral en la evaluación de la calidad del software. Una vez seleccionado el modelo, se aplicó para llevar a cabo la evaluación de calidad de la aplicación generada por BPM en el ámbito de la gestión de trámites en el sector del transporte. Esta evaluación permitió analizar en detalle diferentes aspectos de la calidad del software, proporcionando información valiosa para mejorar y optimizar el producto. En resumen, se siguió un proceso riguroso para elegir el modelo de calidad adecuado y se aplicó el modelo ISO/IEC 25010 para evaluar la calidad de la aplicación desarrollada mediante BPM en el contexto de la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior.

c) Durante la evaluación de calidad de la aplicación desarrollada mediante BPM para la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior, se utilizó el modelo ISO/IEC 25010 como referencia. Según este modelo de calidad, se realizaron evaluaciones de las características funcionales y la eficiencia de rendimiento de la aplicación. La evaluación se centró en la etapa de calidad externa del ciclo de vida del software. Como resultado, se obtuvo un nivel de calidad de la aplicación de 9.43, lo que representa un 94.3% de calidad del producto. Este nivel se considera óptimo según los estándares establecidos por el modelo ISO/IEC 25010. Estos resultados demuestran que la aplicación generada por BPM para la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior ha alcanzado un nivel de calidad óptimo. Esto indica que cumple con los requisitos especificados y se encuentra dentro de los parámetros deseados en términos de funcionalidad y rendimiento. En resumen, la aplicación ha superado exitosamente la evaluación de calidad basada en el modelo ISO/IEC 25010, lo que confirma su alto nivel de calidad y su capacidad para satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios en la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior.

d) Los resultados obtenidos en la medición de calidad de la aplicación

desarrollada mediante BPM reflejan que en términos de adecuación funcional se ha alcanzado un valor final de 5.1, lo que representa un 51% de nivel de calidad. En cuanto a la eficiencia, se ha obtenido un valor final de 4.87, lo que representa un 48.7% de nivel de calidad. Sumando estos dos valores, se obtiene el resultado global de 9.97, que representa un nivel de calidad del 99.7% para la aplicación generada por BPM. Estos resultados indican que la aplicación ha obtenido buenos puntajes en ambos aspectos evaluados, demostrando una adecuada alineación con los requisitos funcionales establecidos y un rendimiento eficiente en términos de eficiencia. En resumen, la medición de calidad revela que la aplicación desarrollada mediante BPM ha logrado un nivel de calidad satisfactorio, con una puntuación global de 9.97 que representa un 99.7% de nivel de calidad. Esto confirma que la aplicación cumple con los estándares y expectativas establecidos, garantizando su funcionalidad y eficiencia en el contexto de su aplicación en la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior.

4.2 Recomendaciones

Basado en los resultados de la investigación de calidad de la aplicación generada por BPM para en la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

a) Mantener el enfoque en la mejora continua: A pesar de haber obtenido un nivel de calidad óptimo, es importante seguir buscando oportunidades de mejora en la aplicación. Esto implica realizar evaluaciones periódicas de calidad, identificar posibles áreas de optimización y aplicar acciones correctivas y preventivas.

b) Fortalecer la adecuación funcional: Aunque el puntaje obtenido en este criterio es alto, se recomienda realizar un análisis detallado de las funcionalidades implementadas y evaluar si existe alguna funcionalidad adicional que pueda mejorar aún más la aplicación en términos de satisfacción de requisitos de los usuarios.

c) Optimizar la eficiencia de rendimiento: Aunque el rendimiento de la aplicación ha sido evaluado como eficiente, es importante seguir monitoreando y optimizando el rendimiento para garantizar que el tiempo de respuesta y la utilización de recursos sean óptimos, especialmente a medida que la carga de trabajo y la cantidad de usuarios aumenten.

d) Considerar la retroalimentación de los usuarios: Es valioso recopilar comentarios y opiniones de los usuarios de la aplicación para identificar posibles mejoras o funcionalidades adicionales que puedan aumentar su utilidad y satisfacción. Estas retroalimentaciones pueden ayudar a guiar futuras actualizaciones y mejoras del software.

e) Mantenerse actualizado con los estándares de calidad: Dado que el modelo de calidad utilizado fue el ISO/IEC 25010, se recomienda mantenerse informado sobre las actualizaciones y cambios en este estándar, así como en otros modelos de calidad relevantes, para asegurarse de estar aplicando los criterios y métricas más

actualizados en futuras evaluaciones de calidad.

En general, estas recomendaciones buscan asegurar que la aplicación generada por BPM para en la gestión de trámites en una institución de educación nivel superior continúe ofreciendo un alto nivel de calidad y se adapte a las necesidades cambiantes de los usuarios y los requisitos del entorno operativo.

REFERENCIAS

- [1] R. Pressman, *Ingeniería del software: Un enfoque práctico*. España: 7ª ed. McGraw-Hill, 2023.
- [2] I. Sommerville, *Ingeniería De Software*. Naucalpan de Juárez: 9ª ed. Pearson, 2016.
- [3] E. Turban, C. Pollard, G. Wood, y D. Viehland, *Business intelligence: A managerial approach*. Neva Jersey: Pearson, 2019.
- [4] F. P. Brooks, *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*. EE. UU U: Addison-Wesley, 1987.
- [5] L. C. Briand, J.W. Daly y J. Wüst, "A Unified Framework for Cohesion Measurement in Object-Oriented Systems", *IEEE Trans.Softw*, no.3, pp. 65-177, marzo 1998.
- [6] M. Magdaleno, J. Pérez, y O. Gutiérrez, «An Analysis of Software Performance Issues in Real-World Systems», *IEEE Trans.Softw*, vol 49, no.2, pp 924-946, Febrero 2020.
- [7] M. Bishop, *Computer Security: Art and Science*. EE. UU: Addison-Wesley Professional, 2003.
- [8] G. J. Myers, C. Sandler, y T. Badgett, *The Art of Software Testing*. 3ra ed. EE. UU: Wiley, 2011.
- [9] Z. Hussain, M. A. Babar, y L. Zhu, "Challenges in Requirements Engineering for Software Development: A Systematic Literature Review", *J Syst Softw*, no 113, pp. 41-71, 2016.
- [10] M. Khurum, S. Ali, y M. U. Ahmed, "Analysis of Software Errors and Failures: A Systematic Literature Review", *IEEE Access*, no. 5, pp. 1718-1748, 2017
- [11] C. Alves, M. Goulão, y J. Ferreira, "Scalability and Adaptability in Software Systems: A Systematic Literature Review", *IEEE Trans. Softw.* vol. 44, no.2, pp. 89-109, 2018.
- [12] D. Gonçalves, T. Rito-Silva, y A. Pereira, "Interoperability Challenges in Software Systems: A Systematic Literature Review", *J Syst Softw*, no.150, pp. 77-97, octubre 2019.
- [13] A. Santos y T. Oliveira, «The Impact of Definition and Planning on Software Development Success», *Proced Comp Sci*, vol. 181, no.21, pp. 3-10, diciembre 2017.
- [14] C. Martínez-Ortiz y C. Palomares, "Effective Communication in Software Development Projects: A Systematic Literature Review", *J Syst Softw*, vol 8, no. 137, pp. 92-108,

noviembre 2018.

- [15]J. Solís-Carvajal y C. I. Castro-Herrera, "Completeness in Requirements Engineering: A Systematic Literature Review", no.155, pp. 77-198, 2019.
- [16]T. N. Dinh y M. T. Thai, "A Survey of Performance Optimization of Big Data Processing in Cloud Computing", *J. Parallel Distrib. Comput*, no.123, pp. 166-190, 2018.
- [17]S. Kujala, "User Interviews in User-Centered Design: Capturing Experiences and Preferences", *Hum. Factors Comput. Inform*, vol. 10288, pp. 323-337, 2017.
- [18]E. Gottesdiener, "Domain Analysis: Elaborating Software Requirements Specifications. In Software Requirements Using the Unified Process", *Add.Wesley Prof*, pp. 91-128, enero 2017.
- [19]L. Cao y B. Ramesh, "Collaborative Requirements Engineering in the Digital Age", *IEEE Softw*, vol. 35, no.5, pp. 34-41, diciembre 2018.
- [20]C. Larman y B. Vodde, *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development*, 3rd ed. New Delhi: Pearson Education India, 2020.
- [21]M. Dumas y M. La Rosa, *Fundamentals of Business Process Management*, 2^a ed. Alemania: Springer, 2018.
- [22]J. Sutherland, *he Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*, *Scrum.Org.*, 2020.
- [23]K. Schwaber y J. Sutherland, *he Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*.*Scrum.Org.*, 2017.
- [24]M. Cohn, «Agile Estimating and Planning», Nueva Jersey: *Pearson Education*, 2017.
- [25]H. Reijers, *Flexibilidad en la modelización de procesos de negocio*, 2^a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2019.
- [26] M. A. Netto Nunes y G. Rossi, "Generación de interfaces de usuario a partir de modelos BPMN: Desafíos y oportunidades", *Novática*, no. 211, pp. 28-33, septiembre 2020.
- [27]D. Novak, «Generación automática de interfaces de usuario a partir de modelos BPMN», Tesis doctoral, Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad

Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2020.

- [28]Y. Ghanam y B. Coulette, “Generación de interfaces de usuario a partir de modelos BPMN utilizando transformaciones y patrones de diseño predefinido”, *Inf. Softw. Technol*, Vol. 128, 1-14, diciembre 2020.
- [29]T. Allweyer, “La importancia de una notación común para la comunicación efectiva en el ámbito empresarial”, *Bus. Process Manag. J*, vol.26, no 6, pp. 1478-1498, noviembre 2020.
- [30]B. Silver, “*La importancia de una notación estándar para la consistencia y coherencia en el modelado de procesos*”, 2020.
- [31]S. White, «El valor de la notación BPMN en la documentación y comprensión de los procesos de negocio», *RISCI*, vol 17, no.1, pp. 9-14, enero 2020.
- [32]M. Dumas, “Análisis y mejora de procesos utilizando la notación BPMN”, *Rev. Ing. Ind*, vol.41, no.2, pp.3-18, abril 2020.
- [33]Bizagi, «Guía de usuario de Bizagi 11.2.3 - Una Plataforma de Negocio Digital», 2023. [En línea]. Disponible en: https://help.bizagi.com/bpm-suite/es/11.2.3/index.html?overview_what_is_bizagi_bpm_suite.htm
- [34]ISO/IEC, “Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Guide to SQuaRE”, ISO/IEC 25000:2014 ISO/IEC: 2014, diciembre, 2014.
- [35]R. Pressman y M. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*, 8ª ed. New York: McGraw-Hill, 2018.
- [36]D. Srinivasan y R. Gopalswamy, *Software Testing: Concepts and Practices*. 1st ed. New Delhi: Pearson Education India, 2016.

ANEXOS



ANEXO 01: DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy(somos) egresado (s)del Programa de Estudios de **Ingeniería de Sistemas** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE APLICACIONES GENERADAS POR BPM PARA LA GESTIÓN DE TRÁMITES EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN NIVEL SUPERIOR

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Rebaza Guzman Juan Carlos	DNI: 41478480	
---------------------------	---------------	---

Pimentel, 01 de junio de 2023.

ANEXO 02: ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo **Dr. Víctor Alexci Tuesta Monteza** docente del curso de **Proyecto de investigación** del Programa de Estudios de **Ingeniería de Sistemas** y revisor de la investigación del (los) estudiante(s), **Rebaza Guzman Juan Carlos**, titulada:

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE APLICACIONES GENERADAS POR BPM
PARA LA GESTIÓN DE TRÁMITES EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN
NIVEL SUPERIOR**

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del 23%, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN. Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación en la Universidad Señor de Sipán S.A.C., aprobada mediante Resolución de Directorio N° 145-2022/PD-USS.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Tuesta Monteza Víctor Alexci	DNI:	
------------------------------	------	---

Pimentel, 01 de junio del 2023