



**Facultad de Ciencias de la Administración**

**Carrera de Ingeniería en Ciencias de la  
Computación**

**Prototipo de Asistente de Inteligencia  
Artificial para la Especificación de  
Requerimientos según el Estándar IEEE-830**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del  
grado de Ingeniero en Ciencias de la Computación**

**Autor:**

Rodrigo Fernando Ortiz Barahona

**Director:**

Lenin Xavier Erazo Garzón

**Cuenca-ecuador**

**2026**

## DEDICATORIA

A mi mamá Ruth, la mujer que más admiro, quien durante toda mi vida me ha apoyado a cumplir mis sueños y me ha enseñado, con su ejemplo, a superar cualquier adversidad. Siempre estuvo a mi lado, brindándome todo su amor y esfuerzo; sin ella, nada de esto habría sido posible. Por eso, comparto con ella la felicidad de este logro, que es tanto suyo como mío.

A mi abuelita Fanny, la luz de mis ojos, quien ha sido mi guía desde que tengo memoria, dándome el amor más puro que se le puede brindar a un ser humano. Ha iluminado mis días con tan solo su presencia, enseñándome a amar incondicionalmente y estando siempre ahí para levantarme cuando caigo.

A mi abuelito Remigio, quien me regaló una infancia hermosa, siendo la persona con la que siempre se pudo contar: desde aprender a andar en bicicleta hasta recibir un consejo de vida. Es un ejemplo a seguir y el tipo de ser humano en el que aspiro convertirme.

A mi hermanita Elvia, el corazón de mi familia, la motivación que me impulsa a crecer como persona para poder brindarle apoyo siempre que lo necesite y devolverle toda la felicidad que me regala con tan solo un abrazo.

A mi perrita Mandy, quien, durante el tiempo que tuve la dicha de tenerla en mi vida, me ayudó a superar mis temores y me regaló sonrisas incluso en los peores días, con su alegría al recibirme. Siempre vivirás en mis recuerdos más felices.

A mi perrita Canela y a mi gato Gustavo, miembros de la familia que llegaron para unirnos y regalarnos momentos muy divertidos, siendo una compañía constante en las tardes libres y en las noches de desvelo.

A mi mejor amiga Anthonela, mi mayor confidente, quien me ha enseñado el verdadero significado de la hermandad.

Y a los amigos que me regaló la universidad: Andrew, Julian, Alex, Roberto, Pablo, John, Ampí y Emilia, con quienes he vivido innumerables anécdotas que recordaré para siempre, y que, con su sola presencia, logran hacerme olvidar todos los problemas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad del Azuay, por ser el lugar que me acogió durante estos cuatro años, donde crecí tanto personal como profesionalmente.

A mis profesores, quienes fueron parte fundamental de este proceso y me exigieron dar lo mejor de mí.

Y a mi tutor de tesis, el Ing. Lenin Erazo, por su acompañamiento y enseñanza a lo largo de todo este proceso.

## Índice de Contenidos

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
Índice de Contenidos.....	iii
Índice de Figuras .....	vi
Índice de Tablas .....	vii
Índice de Anexos.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. Introducción .....	1
Objetivo General .....	2
Objetivos Específicos.....	2
2. Marco Teórico y Estado del Arte .....	2
2.1 Marco Teórico.....	2
2.1.1. Especificación de Requisitos de Software.....	2
2.1.2. Estándar IEEE-830.....	3
2.1.3. Inteligencia Artificial Generativa.....	3
2.1.4. Modelos de Lenguaje a Gran Escala .....	3
2.1.5. Técnicas de Prompting y Mejora de Capacidades.....	4
2.1.6. Agentes de Inteligencia Artificial.....	4
2.1.7. Flujos de Trabajo Agénticos .....	5
2.1.8. Ingeniería Dirigida por Modelos .....	5
2.2 Estado del Arte.....	5
2.2.1. IA Generativa en la Ingeniería de Software .....	5
2.2.2. IA Agéntica en la Ingeniería de Software .....	6
3. Materiales y Métodos .....	7
3.1. Metodología Aplicada.....	7
3.1.1. Análisis del Problema.....	8
3.1.2. Formulación del Problema .....	9
3.1.3. Revisión del Estado del Arte.....	9
3.1.4. Formulación de la Solución Candidata .....	9
3.2. Herramientas de Software Utilizadas .....	10
3.2.1. Python .....	10
3.2.2. Django .....	10
3.2.3. JavaScript .....	10
3.2.4. Docker .....	11
3.2.5. LangGraph.....	11

3.2.6. PostgreSQL .....	11
4. Prototipo de Asistente de IA para la Especificación de Requerimientos de Software Según el Estándar IEEE-830.....	11
4.1. Especificación de Requerimientos del Asistente de IA.....	11
4.1.1. Introducción .....	11
4.1.2. Ámbito del Sistema .....	12
4.1.3. Requisitos Funcionales.....	12
4.1.3.1. Descripción de Actores del Sistema .....	12
4.1.3.1.1. Administrador.....	12
4.1.3.1.2. Experto de dominio .....	12
4.1.3.1.3. Usuario final - Consumidor.....	12
4.1.3.2. Descripción de Casos de Uso .....	13
4.1.3.2.1. Diseñar Modelos de Workflows .....	13
4.1.3.2.2. Ejecutar Workflows.....	14
4.1.3.2.3. Mantenimientos del Sistema .....	14
4.1.3.3. Requisitos No Funcionales .....	15
4.2. Arquitectura del Asistente .....	15
4.2.1. Capa de Cliente .....	16
4.2.2. Capa de Lógica de Presentación.....	17
4.2.3. Capa de Lógica de Negocio.....	17
4.2.4. Capa de Persistencia.....	17
4.3. Procesos del Asistente de IA .....	18
4.3.1. Proceso de Modelado del Flujo de Trabajo Agénticos de IA.....	18
4.3.1.1. Configuración del Sistema de Prompting.....	18
4.3.1.2. Definición del Modelo de Lenguaje .....	18
4.3.1.3. Integración de Herramientas Externas .....	18
4.3.1.4. Configuración de la Memoria del Agente .....	18
4.3.1.5. Creación de Agentes.....	19
4.3.1.6. Configuración de Tareas .....	19
4.3.1.7. Modelado en el Pizarrón.....	19
4.3.2. Proceso de Validación del Flujo de Trabajo Agéntico de IA .....	19
4.3.3. Proceso de Ejecución y Visualización de Resultados del Flujo de Trabajo.....	19
4.4. Interfaces de Usuario del Asistente .....	20
4.4.1. Pantalla de Inicio de Sesión.....	20
4.4.2. Pantalla de Creación de Flujos de Trabajo .....	20
4.4.3. Pantallas de Mantenimiento de Componentes.....	21
4.4.4. Pantalla de Diseño de Flujos de Trabajo .....	22
5. Evaluación Empírica del Asistente de Especificación de Requerimientos de Software .....	23

5.1. Objetivo.....	23
5.2. Preguntas de Investigación.....	23
5.3. Hipótesis de Investigación .....	24
5.4. Diseño y Tipo de Estudio .....	24
5.5. Variables de Estudio.....	25
5.6. Sujetos de Estudio .....	25
5.7. Instrumentos de evaluación.....	25
5.7.1. Cuestionario de Usabilidad .....	25
5.7.2. Rúbrica de Calidad para el Documento de ERS.....	26
5.8. Métricas de Evaluación .....	27
5.8.1. Calidad del Documento de ERS .....	27
5.8.2. Tiempo de Ejecución del Flujo de Trabajo .....	27
5.8.3. Facilidad de Uso, Usabilidad Percibida e Intención de Uso Futuro .....	28
5.9. Procedimiento .....	28
5.10. Recolección de Datos .....	29
5.11. Análisis de Datos.....	29
5.11.1. Análisis Cuantitativo .....	29
5.11.2. Análisis Cualitativo .....	30
5.13. Discusión de Resultados Obtenidos .....	30
5.13.1. Análisis Cuantitativo .....	30
5.13.1.1. Evaluación de Calidad del Documento de ERS .....	30
5.13.1.2. Tiempo de Ejecución del Flujo de Trabajo .....	32
5.13.1.3. Evaluación de la Usabilidad del Asistente .....	33
5.13.2. Análisis Cualitativo .....	35
5.13.2.1. Documentación y Orientación.....	35
5.13.2.2. Mejoras en la Interfaz del Diseñador de Flujo de Trabajo .....	35
5.13.3. Respuesta a las Preguntas de Investigación .....	35
5.13.3.1. PI1 (Usabilidad) .....	35
5.13.3.2. PI2 (Calidad de la ERS Generada) .....	36
5.13.3.3. PI3 (Comparación con el Método Manual) .....	36
6. Conclusiones y Trabajos Futuros .....	36
6.1. Conclusiones .....	36
6.2. Trabajos Futuros.....	38
7. Referencias .....	38

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Estructura de la Metodología en el Documento.....	8
<b>Figura 2</b> Caso de Uso-Diseñar Modelo de Workflows .....	13
<b>Figura 3</b> Caso de Uso-Ejecutar Workflows.....	14
<b>Figura 4</b> Caso de Uso-Mantenimientos del Sistema.....	15
<b>Figura 5</b> Arquitectura del Sistema.....	16
<b>Figura 6</b> Inicio de Sesión.....	20
<b>Figura 7</b> Creación de Flujos de Trabajo .....	21
<b>Figura 8</b> Menú de Mantenimiento de Componentes de Workflows Agénticos .....	21
<b>Figura 9</b> Mantenimiento de LLMs .....	22
<b>Figura 10</b> Diseño de Flujos de Trabajo .....	23

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Cuestionario de Facilidad de Uso, Utilidad Percibida e Intención de Uso Futuro	26
<b>Tabla 2</b>	Rúbrica de Calidad del Documento de ERS.....	27
<b>Tabla 3</b>	Comparación de Calidad del Documento de ERS.....	31
<b>Tabla 4</b>	Resultados de Cuestionario de Usabilidad .....	33
<b>Tabla 5</b>	Media y Desviación Estándar por Dimensión del Cuestionario de Usabilidad.....	34
<b>Tabla 6</b>	Cuestionario Participante 1.....	74
<b>Tabla 7</b>	Cuestionario Participante 2.....	75
<b>Tabla 8</b>	Cuestionario Participante 3.....	76
<b>Tabla 9</b>	Cuestionario Participante 4.....	77

## Índice de Anexos

<b>Anexo A</b> Diagrama Entidad-Relación de la BD del Sistema.....	43
<b>Anexo B</b> Documento de ERS Generado por el Sistema .....	44
<b>Anexo C</b> Resultados de Cuestionarios de Usabilidad, Utilidad Percibida e Intención de Uso Futuro .....	74

## RESUMEN

La ingeniería de requisitos es una de las etapas más importantes para el desarrollo de software, ya que una documentación errónea resulta en errores costosos en las fases posteriores. Este trabajo describe la construcción y evaluación de un prototipo de asistente de inteligencia artificial para apoyar a los desarrolladores en el proceso de elaboración de documentos de especificación de requerimientos de software (ERS) según el estándar IEEE-830. La investigación se sustenta teóricamente en los avances de la inteligencia artificial generativa, los modelos de lenguaje de gran escala (LLMs), los enfoques de *prompting* y los sistemas multi-agente, que permiten automatizar tareas complejas de documentación técnica. El sistema se desarrolló bajo la metodología de transferencia de tecnología propuesta por Gorschek et al., 2006, teniendo en consideración sus primeras cinco etapas, utilizando herramientas como Python, Django, LangGraph y Docker. El prototipo implementa flujos de trabajo agénticos configurables, donde agentes de IA con roles especializados colaboran secuencialmente para generar documentos de ERS. La validación empírica se llevó a cabo mediante un estudio de caso en el que un grupo de participantes con conocimientos en ingeniería de software construyeron un documento de ERS utilizando el sistema y respondieron un cuestionario de usabilidad. Los resultados demostraron que el asistente es capaz de generar documentos de calidad similar o mejor a los producidos manualmente y ofrece un beneficio significativo en términos de tiempo de elaboración. Además, los participantes manifestaron una opinión favorable sobre la utilidad del sistema y su intención de uso futuro.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial Generativa, Ingeniería Dirigida por Modelos, Lenguaje Específico de Dominio, Ingeniería de Requisitos, Sistemas Multi-agente, Aplicación Informática.

## ABSTRACT

Requirements engineering is one of the most critical stages in software development, as inaccurate documentation leads to costly errors in later phases. This paper describes the development and evaluation of a prototype artificial intelligence assistant designed to support developers in the process of creating software requirements specifications (SRS) in accordance with the IEEE-830 standard. The research is theoretically grounded in advancements in generative artificial intelligence, large-scale language models (LLMs), prompting approaches, and multi-agent systems, which enable the automation of complex technical documentation tasks. The system was developed using the technology transfer methodology proposed by Gorschek et al., 2006 , taking into account its first five stages, and utilizing tools such as Python, Django, LangGraph, and Docker. The prototype implements configurable agent-based workflows, where AI agents with specialized roles collaborate sequentially to generate SRS documents. Empirical validation was conducted through a case study in which a group of participants with software engineering expertise created an ERS document using the system and completed a usability questionnaire. The results demonstrated that the assistant is capable of generating documents of similar or better quality than those produced manually and offers a significant benefit in terms of preparation time. Furthermore, participants expressed a favorable opinion regarding the system's usefulness and their intention to use it in the future.

**Keywords:** Generative Artificial Intelligence, Model-Driven Engineering, Domain-Specific Language, Requirements Engineering, Multi-Agent Systems, Computer Applications.