

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE
MANABÍ**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

Proyecto de Investigación

TEMA:

IMPLEMENTACION DE ARQUITECTURA BASE DE DATOS
MULTIPLATAFORMA PARA GESTION OPTIMIZADA DE DOCUMENTOS
DIGITALIZADOS PARA LA FCVT

AUTORES:

- WILLIAM ALEXANDER MENESES TUAREZ
- GUSTAVO JOHAN CAÑIZAREZ MANTUANO

TUTOR:

A.S. OSCAR ARMANDO GONZÁLEZ LÓPEZ

PERIODO:

2025 - 2

Declaración expresa de autoría

Yo, WILLIAM ALEXANDER MENESES TUAREZ, declaramos bajo juramento que el trabajo de titulación presentado es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Manta, 04 de febrero de 2026



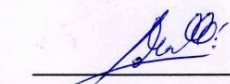
William Alexander Meneses Tuarez

Declaración expresa de autoría

Yo, Gustavo Johan Cañizares Mantuano, declaramos bajo juramento que el trabajo de titulación presentado es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Manta, 04 de febrero de 2026



Gustavo Johan Cañizares Mantuano

Certificación del director de trabajo de graduación

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 254

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Cañizares Mantuano Gustavo Johan, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnologías de la Información, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“IMPLEMENTACION DE ARQUITECTURA BASE DE DATOS MULTIPLATAFORMA PARA GESTION OPTIMIZADA DE DOCUMENTOS DIGITALIZADOS PARA LA FCVT”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 23 de enero de 2026

Lo certifico,


 Ing. Oscar Armando González López
Docente Tutor(a)
Área: Desarrollo de Software

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 254

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Meneses Tuarez William Alexander, legalmente matriculado/a en la carrera de Tecnologías de la Información, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“IMPLEMENTACION DE ARQUITECTURA BASE DE DATOS MULTIPLATAFORMA PARA GESTION OPTIMIZADA DE DOCUMENTOS DIGITALIZADOS PARA LA FCVT”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 23 de enero de 2026

Lo certifico,



Ing. Óscar Armando González López
Docente Tutor(a)
Área: Desarrollo de Software

Tribunal de sustentación

Ing. Robert Moreira Centeno, Mg.

Ing. Willian Delgado Muentes, Mg.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a todas las personas que lo necesiten y ayuden a su desarrollo, ya sea estudiantil o profesional.

También lo dedico a mi tutor Ing. Oscar González y profesores ya que gracias a su guía y enseñanza este proyecto vio la luz.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, Erika Elizabeth Mantuano Flores y Eddy Edison Salazar López, que me han apoyado a lo largo de mis estudios, me han brindado su paciencia, sabiduría y confianza. A mis compañeros de universidad, William Meneses Tuarez, Diego Mielles Álvarez y Carlos Padilla Espinar que me han acompañado en los estudios que me han dado su apoyo y fuerza en este largo camino.

Agradecimiento

Agradezco a la Mag. Katuska Tuárez y al Ing. William Meneses por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida. Este logro es gracias a ustedes y los llevaré por siempre en cada uno de mis éxitos.

Agradezco también a mis amigos Gustavo Cañizares, Diego Mieles, Padilla Espinar por acompañarme en toda la carrera.

Agradecimiento

Agradezco a mis padres, Erika Elizabeth Mantuano Flores y Eddy Edison Salazar López por su apoyo incondicional. A los ingenieros de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías por sus enseñanzas y sabiduría.

Resumen	
Abstract	2
1. CAPITULO I	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Genesis del problema	3
1.3. Árbol del problema	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	5
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Introducción	6
2.2. Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado	8
2.2.1. Digitalización y organización documental en contextos de docencia y vinculación	10
2.2.2. Referente internacional: ISO 15489-1:2016	10
2.2.3. Normativa institucional: PDA02G001 de la ULEAM	10
2.2.4. Procesos institucionales: subsistemas de docencia y vinculación	11
2.2.5. Enfoque aplicado: digitalización funcional y estructurada	12
2.3. Conceptos fundamentales en gestión documental con enfoque en TI	13
2.3.1. Definición y alcance	13
Objetos de gestión	13
2.3.2. Componentes clave en TI	13
2.3.3. Procesos documentales normados	14
2.3.4. Enfoque en TI y objetos digitales	14
2.3.5. Concepto y evolución de la digitalización	15
2.3.6. Aportaciones clave de expertos	15
2.3.7. Aplicación en Docencia y Vinculación	16
2.4. Arquitectura tecnológica para gestión eficiente y segura	16
2.4.1. Prioridad y enfoque	16
2.5. Detalle de tecnologías clave	17
2.5.1. Cliente de escritorio: Vue.js + Tauri	17
2.5.2. Base SQL sólida: PostgreSQL	18
2.5.3. Base de datos NoSql (ArangoDB)	19
2.6. Tecnologías para servicios backend: Laravel 11 y FastAPI	19
2.6.1. Laravel 12	19
2.6.2. FastAPI	20

2.6.3. Laravel Passport	
2.6.4. Spatie (laravel-permission)	22
2.7. Metodologías Ágiles	22
2.8. Microservicios	23
2.8.1. Definición y principios	23
2.8.2. Casos de uso en gestión documental	24
2.8.3. Retos y gestión	24
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	26
3.1. Diseño de Investigación	26
3.2. Población y Muestra	27
3.2.1. Universo	27
3.2.2. Criterios de Selección	27
3.2.3. Variables e Indicadores	28
3.3. Instrumentos de recolección	29
3.3.1. Encuesta Estructurada	29
3.3.2. Validación del Contenido	29
3.4. Validación Piloto	29
3.5. Procedimiento de recolección de datos	30
3.5.1. Coordinación con responsables institucionales	30
3.5.2. Lanzamiento de encuesta	30
3.5.3. Recopilación de datos	31
3.6. Análisis de Datos	31
3.6.1. Pregunta 1 ¿Ha tenido dificultades para solicitar un documento en la facultad?	32
3.6.2. Pregunta 2 ¿Cuánto tiempo promedio tarda en recibir un documento físico solicitado?	33
3.6.3. Pregunta 3 ¿Con qué frecuencia ha recibido documentos físicos en mal estado (sucios, rotos, ilegibles, etc.)?	35
3.6.4. Pregunta 4 ¿Alguna vez ha tenido que negar o le han negado un trámite por no encontrar un documento?	36
3.6.5. Pregunta 5 ¿Considera usted que el sistema actual de archivos es suficiente para la gestión documental de la facultad?	38
3.6.6. Pregunta 6 ¿Con qué frecuencia se pierde o extravía documentación importante?	39
3.6.7. Pregunta 7 En una escala del 1 al 5, ¿qué tan satisfecho está con el estado actual de la gestión documental? (1 = nada satisfecho, 5 = muy satisfecho)	40

3.6.8. Pregunta 8 ¿Considera útil la implementación de una plataforma digital de gestión documental?	41
3.6.9. Pregunta 9 Describa una situación en la que tuvo dificultades para acceder a un documento importante.	42
3.6.10. Pregunta 10 ¿Qué tipos de documentos generan más retrasos o problemas en su solicitud/localización?	45
3.6.11. Pregunta 11 ¿Qué consecuencias institucionales o para el usuario ha observado cuando no se encuentra un documento?	47
3.6.12. Pregunta 12 ¿Qué consecuencias institucionales o para el usuario ha observado cuando no se encuentra un documento?	48
3.6.13. Pregunta 13 ¿Qué recomendaciones haría para mejorar la gestión documental en su facultad?	51
3.7. Consideraciones Éticas	53
3.8. Cronograma	54
4. CAPITULO IV: MARCO PROPOSITIVO	55
4.1. Introducción	56
4.2. Metodología de desarrollo	56
4.2.1. Organización del equipo de trabajo	57
4.3. Cronograma de trabajo	58
4.3.1. Fase de post-investigación (4 semanas)	58
4.3.2. Fase de desarrollo del sistema (9 semanas)	59
4.3.3. Requisitos funcionales	64
4.3.4. Requisitos No funcionales	66
4.4. Stack Tecnológico Adoptado	68
4.5. Arquitectura Técnica	70
4.6. Diseño y gestión de la base de datos	73
4.6.1. Criterios de Separación de información	73
4.6.2. Modelo General de Persistencia	74
4.7. Construcción del sistema (MVP)	75
4.7.1. Componentes internos del Document Service	75
4.8. Gestión de usuarios y permisos	76
4.8.1. Alcance de la propuesta	77
4.9. Implementación del Document Service (núcleo del sistema)	79
4.10. Implementación de la solución: construcción por componentes	81
4.10.1. Evidencia del Frontend Desktop (Vue + Tauri)	81
4.10.2. Flujo de carga de documentos	85
4.11. Flujo de búsqueda segura (con evidencia)	90

4.12. Gestión Administrativa	
4.13. Uso de contenedores para despliegue y pruebas	95
5. CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DE RESULTADOS	96
5.1. Introducción	96
5.2. Validación funcional y trazabilidad de requisitos	96
5.3. Análisis del impacto operativo del sistema propuesto	97
5.3.1. De la gestión reactiva a la trazabilidad digital	98
5.3.2. Mitigación de la entropía comunicacional	98
5.4. Verificación de objetivos y alcance del MVP	99
5.5. Conclusiones	99
5.6. Recomendaciones	101
6. Bibliografía	102

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Árbol del problema	4
Ilustración 2 Sistema de Gestión Documental	7
Ilustración 3 Muestra Obtenida de la Encuesta	31
Ilustración 4 Dificultades de solicitud de documentos	33
Ilustración 5 Tiempos de demora	34
Ilustración 6 Documentos en mal estado	36
Ilustración 7 Documentos Negados	37
Ilustración 8 Conformidad con el Sistema Actual	38
Ilustración 9 Porcentaje de Satisfacción	41
Ilustración 10 Encuesta de implementación de sistema de gestión documental	42
Ilustración 11 Arquitectura General del Sistema	71
Ilustración 12 Flujo de Autenticación	72
Ilustración 13 Flujo de Gestión Documental	72
Ilustración 14 Modelado de la Base de datos	74
Ilustración 15 Pantalla del login, con autenticación del correo institucional	82
Ilustración 16 Vista de un usuario ya autenticado	83
Ilustración 17 Código del main.ts, vista desde VScode	84
Ilustración 18 Rutas del sistema, vistas desde el VScode.	84
Ilustración 19 Validación requiresAuth y se redirige a login	85
Ilustración 20 Carga de Documentos, funcionalidad de subida de documentos	86
Ilustración 21 Subida de documentos, archivo seleccionado paso 1	86
Ilustración 22 Subida de documentos, archivo seleccionado paso 2.	87
Ilustración 23 Subida de documentos, archivo seleccionado paso 3.	87
Ilustración 24 Subida de documentos, Vista de los metadatos.	88
Ilustración 25 Subida de documentos, vista de metadatos a extraer.	88
Ilustración 26 Subida de documentos, vista de metadatos, datos de fechas del documento.	89
Ilustración 27 Subida de documentos, confirmar información del documento a subir. .	89
Ilustración 28 Notificación y vista del porcentaje del documento siendo procesado.	90
Ilustración 29 Búsqueda de archivos por filtros, los que se han subido al MVP	90
Ilustración 30 Menú de administración, gestión de organización, departamentos, carreras y subsistemas.	92
Ilustración 31 Menú de administración, gestión de todos los tipos de datos subidos y sus campos asignados.	93
Ilustración 32 Menú de administración, vista de usuarios actuales y gestión de estos. ..	93
Ilustración 33 Menú de administración, gestión de roles de los usuarios.	94
Ilustración 34 Menú de administración, gestión de permisos a los usuarios del MVP. .	94

Índice de Tablas

Tabla 1 Enfoque Aplicado a la Digitalización Funcional y Estructurada	12
Tabla 2 Aplicación en Docencia y Vinculación	16
Tabla 3 Aplicación en Docencia y Vinculación	28
Tabla 4 Pregunta 1 – Encuesta	32
Tabla 5 Pregunta 2 – Encuesta	33
Tabla 6 Pregunta 3 – Encuesta	35
Tabla 7 Pregunta 4 – Encuesta	37
Tabla 8 Pregunta 5 – Encuesta	38
Tabla 9 Pregunta 6 – Encuesta	39
Tabla 10 Pregunta 7 – Encuesta	40
Tabla 11 Pregunta 9 – Encuesta	43
Tabla 12 Pregunta 10 – Encuesta	45
Tabla 13 Pregunta 11 – Encuesta	47
Tabla 14 Pregunta 12 – Encuesta	49
Tabla 15 Pregunta 13 – Encuesta	51
Tabla 16 Cronograma de actividades	54
Tabla 17 Organización del equipo de Trabajo	57
Tabla 18 Fases de Post-Investigación	58
Tabla 19 Fases de Desarrollo	59
Tabla 20 Lista de Requisitos Funcionales	64
Tabla 21 Lista de Requisitos No Funcionales	67
Tabla 22 Lista de Tecnologías Utilizadas	68
Tabla 23 Explicación puntual de cada microservicio	70
Tabla 24 Niveles de la arquitectura del sistema	71
Tabla 25 Componentes de persistencia y gestión del servicio	75
Tabla 26 Desglose del document service	76
Tabla 27 Lista de roles y su nivel de acceso	77
Tabla 28 Funcionalidades vistas en el MVP	77
Tabla 29 Explicación a detalle del uso del document service	79

Resumen

El presente trabajo de titulación aborda la problemática asociada a la gestión manual de documentos en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, la cual enfrenta desafíos en la estructuración y gestión de su documentación, dificultad en la localización de expedientes, riesgos de pérdida de información y un control limitado sobre el acceso a los documentos. A partir de un diagnóstico institucional sustentado en encuestas, entrevistas y revisión documental, se evidenció la necesidad de una solución tecnológica que permita digitalizar y organizar los expedientes de forma controlada, garantizando trazabilidad básica y acceso seguro.

Como respuesta a esta problemática, se diseñó e implementó un sistema informático orientado a la gestión de expedientes digitalizados, desarrollado bajo una arquitectura orientada a servicios. La solución se enfocó en la construcción del núcleo documental, permitiendo el registro de documentos digitalizados, la gestión de metadatos, la clasificación según la estructura institucional, el control de estados documentales y la consulta segura de la información mediante una aplicación de escritorio multiplataforma.

El sistema integra tecnologías modernas como Vue.js y Tauri para el cliente de escritorio, microservicios desarrollados con Laravel y FastAPI, y un modelo de persistencia híbrido que combina una base de datos relacional, una base de datos NoSQL multimodelos y un repositorio de archivos digitales. Asimismo, se empleó contenerización para facilitar el despliegue y la reproducibilidad del entorno.

Los resultados obtenidos demuestran que la solución propuesta mejora la organización, trazabilidad y accesibilidad de los documentos institucionales, validando su utilidad como base tecnológica para la digitalización y gestión controlada de expedientes, con potencial de ampliación futura dentro del contexto institucional.

Palabras clave: digitalización documental, gestión de expedientes, microservicios, trazabilidad documental, arquitectura híbrida.

Abstract

This degree project addresses the issues related to manual document management at the Faculty of Life Sciences and Technology of the Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, which include disorganization, difficulties in retrieving records, risk of information loss, and limited access control. Through an institutional diagnosis based on surveys, interviews, and document analysis, the need for a technological solution focused on the digitization and controlled organization of records was identified, emphasizing basic traceability and secure access.

In response, a software system oriented toward the management of digitized records was designed and implemented using a service-oriented architecture. The solution focused on the development of the documentary core, enabling the registration of digitized documents, metadata management, classification according to institutional structure, document status control, and secure information retrieval through a cross-platform desktop application.

The system integrates modern technologies such as Vue.js and Tauri for the desktop client, microservices developed with Laravel and FastAPI, and a hybrid persistence model combining a relational database, a NoSQL multimodel database, and a digital file repository. Containerization was also employed to ensure deployment consistency and environment reproducibility.

The results demonstrate that the proposed solution improves document organization, traceability, and accessibility within the institutional context. This validates the system as a viable technological foundation for controlled digitization and management of records, with the potential for future expansion and adaptation to broader institutional requirements.

Keywords: document digitization, records management, microservices, document traceability, hybrid architecture.

1. CAPITULO I

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, muchas instituciones educativas y de investigación aún dependen de archivos físicos para almacenar información relevante sobre procesos académicos, administrativos y científicos. En particular, la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología enfrenta una acumulación considerable de documentos en formato físico, como registros, informes, formularios y actas, lo que dificulta su acceso oportuno, organización eficiente y conservación a largo plazo.

En un contexto de transformación digital resulta, imprescindible implementar una plataforma que permite digitalizar, almacenar y consultar de forma segura documentos finales de procesos como pasantías, homologaciones o actas de calificación. La solución debe facilitar la clasificación por facultad y carrera, garantizar el acceso controlado mediante autenticación institucional y proporcionar mecanismos básicos de trazabilidad.

1.2. Genesis del problema

El origen de esta problemática radica en que aún se utiliza un modelo 100% manual en la gestión documental que ha prevalecido durante años en la facultad, basado en el archivo físico sin integración con tecnologías digitales o mínimas. La facultad no dispone de un sistema automatizado para etiquetar y gestionar documentos, solo tablas o rúbricas predefinidas lo que ha provocado una acumulación progresiva de expedientes en papel y ha dificultado su acceso.

Al incrementarse el volumen de actividades académicas y administrativas, la gestión manual se vuelve inviable hasta caótica, evidenciando la necesidad de adoptar soluciones tecnológicas que permitan la digitalización de expedientes, el control de acceso por roles y extracción de datos de los documentos.

1.3. Árbol del problema

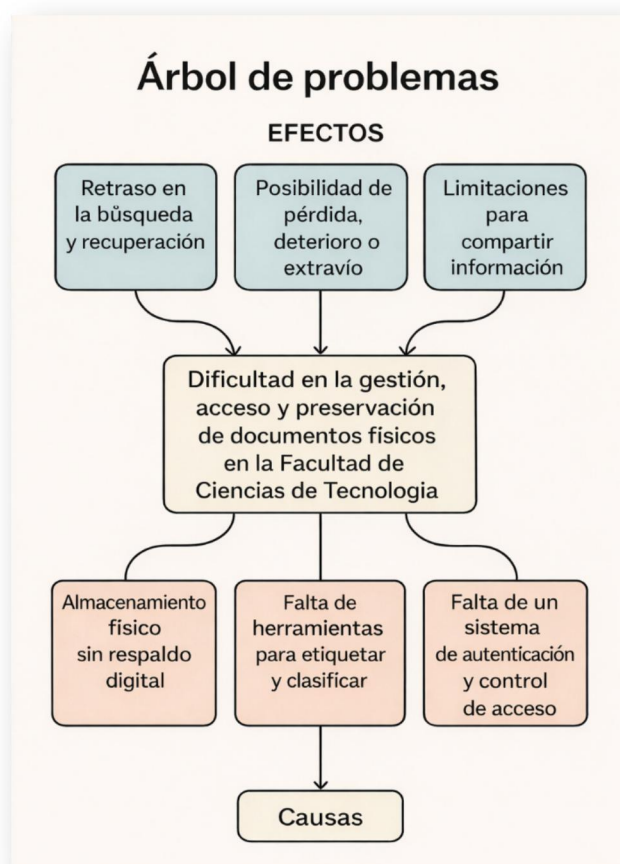


Ilustración 1 *Árbol del problema*

Fuente: Elaboración propia con base en el diagnóstico del problema efectuado por los autores del trabajo.

Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una plataforma digital base para la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología que permita la digitalización, autenticación, almacenamiento y consulta segura de documentos académicos y administrativos, optimizando el acceso a la información mediante tecnologías modernas y escalables.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar una aplicación de escritorio que permita a los usuarios autenticarse, cargar documentos digitalizados, registrar metadatos, visualizarlos y realizar búsquedas básicas.
- Construir microservicios especializados encargados de la autenticación de usuarios, el almacenamiento de metadatos y archivos, y la comunicación con el cliente, utilizando base de datos relacional y multimodelos.
- Implementar la orquestación de servicios mediante Docker y Docker Compose, permitiendo el despliegue reproducible y la escalabilidad del sistema en diferentes entornos de la universidad.

2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

En este capítulo se presentan los fundamentos conceptuales y tecnológicos que sustentan el desarrollo de una plataforma integral para la digitalización, autenticación, almacenamiento y consulta de documentos en el contexto académico-administrativo de una facultad universitaria.

A diferencia de los enfoques tradicionales centrados en la gestión documental a nivel institucional o en el análisis del ciclo de vida completo del documento, esta investigación se orienta a un modelo operativo más acotado, enfocado en procesos específicos de una facultad y sus actores: estudiantes, docentes y personal administrativo.

La idea es hacer un sistema digital para guardar todos esos papeles que se generan al final de procesos importantes de la institución: prácticas, homologaciones o informes. Pero no solo eso, también queremos que se puedan vincular de forma flexible a distintas cosas: por expediente anual, por cada proceso administrativo, por estudiante o incluso por el rol que alguien tiene en la institución, con la intención de que todo esté bien conectado. La idea es crear una plataforma donde podamos clasificar, guardar y buscar documentos, todo digitalizado, claro. Para esto, vamos a usar metadatos base que nos ayuden a encontrarlos, además de control de acceso por roles, para que cada uno vea lo que le corresponde. Así, si algo se pierde, tendremos rutas de recuperación adaptables para que todo vuelva a su sitio.

Se hace uso de una arquitectura basada en microservicios, tecnologías de grafos optimizar búsquedas, y un cliente de escritorio que permite interacción directa con los documentos.

Se abordan entonces tres ejes fundamentales:

- Los principios de la digitalización y organización documental orientada a procesos de facultades.
- La arquitectura tecnológica que sustenta el sistema —incluyendo microservicios, procesamiento distribuido y contenedores.



Ilustración 2 Sistema de Gestión Documental

Fuente: Elaboración propia, basada en el diseño del sistema de gestión documental desarrollado en la presente investigación.

- Los mecanismos de autenticación, acceso y consulta que permiten garantizar una gestión eficiente, segura y trazable del fondo documental digitalizado.

2.2. Antecedentes de investigaciones relacionadas al tema presentado.

TEMA 1: “Sistema de gestión documental para la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Central ‘Marta Abreu’ de Las Villas”

Tema de proyecto de investigación presentado en el año 2012, Universidad de Granada – España, Programa de Maestría en Ciencias de la Información, por Víctor Barranco, Iliana Ramos y Dagoberto Suárez.

“El objetivo de esta investigación era desarrollar e implementar un sistema de gestión documental en una facultad universitaria basado en las normas internacionales ISO 15489, ISO 30300 e ISO 30301, adaptadas al entorno académico. Esto implicaba evaluar el estado de los documentos institucionales, clasificar los tipos de documentos y proponer soluciones técnicas para garantizar la confiabilidad, integridad, trazabilidad y autenticidad de los documentos. La metodología incluyó un diagnóstico archivístico, el diseño de procedimientos, estructuras de metadatos y herramientas de control, junto con la evaluación de procesos clave como el préstamo documental, el control de versiones y la conservación digital. Se evidenció que la aplicación de normas archivísticas favorece la mejora en la gestión de la información académica, la transparencia administrativa y la optimización del acceso a los fondos documentales. El proyecto propuso además lineamientos normativos y operativos que pueden replicarse en otras instituciones universitarias, reforzando la importancia de la normalización y estandarización en los sistemas de archivo y gestión documental.”

TEMA 2: “Gestión documental y su relación con el archivo digital del Servicio Administrativo Tributario de Cajamarca, 2020”

Tesis de maestría aprobada en 2023 en la Universidad Nacional de Cajamarca – Perú, dentro del Programa de Maestría en Ciencias, mención Administración y Gerencia Pública, por Gardenia Larissa Fernández Pérez.

“El objetivo de este estudio era aclarar la relación entre la gestión documental y la implementación de archivos digitales en las instituciones públicas. Basándose en un diseño no experimental y un enfoque correlacional transversal, se realizó una encuesta mediante cuestionario a 92 empleados de la Autoridad Tributaria de Cajamarca. Los resultados revelaron que el 93,3 % de los encuestados reconocía que se estaba llevando a cabo una planificación continua de los registros, el 63 % confirmaba la introducción de programas técnicos y el 50 % afirmaba que se disponía de la infraestructura adecuada para los archivos digitales. Cabe destacar que se observó una fuerte correlación ($r = 0,616$, $p < 0,01$) entre la gestión de registros y el archivo digital, lo que demuestra una relación significativa entre estos dos procesos.”

Este caso demuestra que una gestión eficaz y sistemática de los registros refuerza el archivo digital institucional, una característica también necesaria en el ámbito académico. En el contexto universitario, aspectos como la planificación, la utilización de la tecnología y la infraestructura adecuada son elementos clave para implementar un sistema de registros digitales que cumpla con la norma ISO 15489.

2.2.1. Digitalización y organización documental en contextos de docencia y vinculación.

2.2.2. Referente internacional: ISO 15489-1:2016

A escala global, la norma ISO 15489-1:2016 establece el marco normativo para poner en marcha sistemas formales de gestión documental. Esta norma conceptualiza los documentos de archivados como pruebas de las acciones de una institución y establece procesos fundamentales: captura, clasificación, revisión, almacenamiento, recuperación, conservación y disposición final.

Con el propósito de este desarrollo, se subrayan tres bases de la norma:

- **Sistematización:** Requiere la creación de cuadros clasificatorios que estén en consonancia lógica con las funciones institucionales.
- **Accesibilidad:** Se centra en la habilidad de recuperación, lo que posibilita la localización confiable de documentos sin importar el tamaño o el formato.
- **Continuidad en el ámbito digital:** Destaca la importancia de poner en marcha tácticas de conservación digital que garanticen la integridad de los datos a medio y largo plazo.

2.2.3. Normativa institucional: PDA02G001 de la ULEAM

La Guía PDA02G001, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, adapta la norma internacional al contexto local con lineamientos específicos:

- Define procedimientos desde la recepción hasta la baja o transferencia de documentos, incluyendo digitalización, foliado, codificación y custodia.

- Introduce el principio de orden natural, organizando documentos según su secuencia de creación, respetando su tipo y origen, en correspondencia con el registro documental de cada unidad académica.
- Estipula que los documentos digitalizados “deben formar parte de un plan de preservación y conservación digital” lo que garantiza el respaldo a largo plazo del fondo digital.

Estos criterios normativos sirven como pilar operativo para garantizar integridad, trazabilidad y seguridad en la digitalización. (Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

2.2.4. Procesos institucionales: subsistemas de docencia y vinculación.

Según el área de aseguramiento de la calidad de la ULEAM, los subsistemas de gestión universitaria incluyen, entre otros, los de formación académica y evaluación institucional.

Dentro del de docencia se generan documentos como actas de calificación, informes académicos, expedientes de estudiantes y títulos; en investigación, se producen proyectos, informes técnicos, publicaciones, convenios y datos de experimentación.

Como parte del cuadro de procesos:

- El subsistema de **docencia** contempla procedimientos para generación, registro, custodia y consulta de expedientes docentes, garantizando su asociación con estudiantes, asignaturas y periodos académicos.
- En el subsistema de **vinculación**, los registros de actividades y procesos de los proyectos realizados en los periodos correspondientes con la información clara de implicados y afectados.

2.2.5. Enfoque aplicado: digitalización funcional y estructurada

El sistema propuesto implementará estos fundamentos de la siguiente manera:

Tabla 1 *Enfoque Aplicado a la Digitalización Funcional y Estructurada*

Etapa	Docencia	Vinculación
Captura digital	Escaneo de actas, expedientes, certificados asociados al estudiante y periodo.	Digitalización de propuestas, ética, manuscritos, actividades y reportes.
Clasificación (metadatos)	Alumno, carrera, asignatura, semestre, tipo de documento.	Proyecto, coordinadores, fecha, tipo de informe.
Almacenamiento seguro	Carpeta electrónica vinculada al estudiante y proceso.	Carpeta digitalizada en el sistema.
Recuperación eficiente	Búsquedas por código de expediente, apellido, periodo, tipo.	Filtrado por implicados y entidades.
Preservación digital	Plan de respaldo según guía PDA02, con conservación a mediano/largo plazo.	Uso de estrategias de preservación según ISO y normas.

Nota. Esquema de trabajo de acuerdo con las normativas investigadas. Fuente: Elaborado de acuerdo con las necesidades del problema planteado por los autores.

Este enfoque garantiza que los documentos provenientes de procesos académicos o vinculación puedan clasificarse, almacenarse y recuperarse sin ambigüedades, incluso en escenarios con cientos o miles de registros y múltiples solicitudes simultáneas.

2.3. Conceptos fundamentales en gestión documental con enfoque en TI

2.3.1. Definición y alcance

La gestión documental es el conjunto de prácticas, normas y tecnologías utilizadas para administrar los documentos en una organización. Esto incluye tanto los documentos recibidos como los creados internamente. Es esencial para mantener la integridad, accesibilidad y eficiencia de la información en una organización. Según la **ISO 15489-1:2016**, es un proceso sistemático y eficiente que controla la creación, recepción, mantenimiento, uso y disposición de documentos, garantizando su integridad y disponibilidad (ISO/IEC JTC 1/SC 11, 2001).

Objetos de gestión

- **Documentos:** se entienden como entidades registradas con contenido, contexto y estructura suficientes para evidenciar actividades organizativas.
- En TI, el enfoque actual amplía estos objetos al incluir registros electrónicos, metadatos, flujos de trabajo digitalizados, versiones y logs de auditoría, lo que convierte a los documentos digitales en objetos de gestión más complejos.

2.3.2. Componentes clave en TI

Un **Sistema de Gestión Documental (SGD)** integra componentes esenciales:

- Captura (escaneo, OCR).
- Metadatos estructurados (título, autor, fecha, tipo, versión).
- Control de versiones y bloqueo (check-in/check-out).
- Indexación y búsqueda, incluyendo texto completo.

- Seguridad, permisos de acceso, trazabilidad y auditoría.
- Integración con otros sistemas (ERP, LMS, repositorios)

2.3.3. Procesos documentales normados

ISO 15489 y estándares derivados (como MoReq, COBIT en TI) abordan procesos de gestión documental mediante estructuras sistemáticas:

1. Captura (creación/ingreso).
2. Clasificación según función organizacional.
3. Almacenamiento seguro con metadatos.
4. Recuperación eficiente.
5. Preservación digital a largo plazo.
6. Expurgo o disposición final.

2.3.4. Enfoque en TI y objetos digitales

Desde una perspectiva informática:

- Los **objetos documentales** se modelan con atributos (metadatos), relaciones (asociación estudiante, investigación), versiones y flujos.
- El sistema debe ofrecer operaciones atómicas, integridad, autenticidad y trazabilidad, alineado con ISO 15489 (que exige autenticidad, fiabilidad, integridad, disponibilidad) (ISO/IEC JTC 1/SC 11, 2001).
- Se recomienda usar frameworks de gobierno de TI como **COBIT** para articular los procesos TI con los flujos archivísticos, garantizando que los esquemas de clasificación, seguridad y auditoría estén alineados (ISACA, 2019).

2.3.5. Concepto y evolución de la digitalización

La digitalización no es solo convertir documentos en imágenes digitales, sino mejorar la calidad, preservación y acceso, por ejemplo, a manuscritos históricos. En el contexto académico, esto implica transformar actas, expedientes o proyectos de investigación en objetos digitales enriquecidos con metadatos para búsquedas inteligentes (Folderit, 2022).

2.3.6. Aportaciones clave de expertos

- Hilary Jenkinson (1882-1961) definió principios archivísticos fundamentales: respeto de procedencia, custodia continua e imparcialidad, influyendo en cómo estructuramos recolección y orden natural en documentación académica (Jenkinson, 1937).
- En el contexto de preservación digital, Dollar indica que un “registro auténtico” es aquel que “no ha sido alterado, cambiado o corrompido” durante su ciclo de vida (Dollar, 1999).
- Margaret Hedstrom, en el proyecto CAMiLEON, analizaron cómo los usuarios valoran métodos de preservación digital—migración, emulación, etc.—evaluando la experiencia de autenticidad según criterios como velocidad, acceso y fidelidad del formato (Hedstrom, 2006).

2.3.7. Aplicación en Docencia y Vinculación

Tabla 2 *Aplicación en Docencia y Vinculación*

Etapa	Subsistema Docencia	Subsistema Vinculación
Captura	Actas de evaluaciones, certificados y expedientes físicos escaneados con OCR.	Propuestas, protocolos éticos, cuestionarios y resultados.
Mejora de calidad	Corrección de OCR para mejorar búsqueda por nombres, códigos o asignaturas.	Corrección de etiquetas y origen de los documentos.
Metadatos y clasificación	Alumno, carrera, asignatura, periodo académico.	Proyecto, encargado, fecha, tipo de informe.
Preservación digital	Respaldo según normas ISO 15489 e institucionales como PDA02G001.	Estrategias de preservación para proyectos.

Nota. Subsistemas escogidos para la aplicación de muestras. Fuente: Elaborado bajo la interpretación de las normativas y el planteamiento de los autores sobre el sistema.

2.4. Arquitectura tecnológica para gestión eficiente y segura

2.4.1. Prioridad y enfoque

Desde una perspectiva teórica, un sistema de gestión documental en entornos académico-administrativos requiere garantizar acceso eficiente, seguridad, trazabilidad y capacidad de evolución ante cambios en los procesos y crecimiento del volumen documental. En este tipo de plataformas, el desafío no se limita al almacenamiento, sino

también a la organización de metadatos, el control de acceso y la exposición de servicios de consulta de forma consistente.

Por ello, se consideró una arquitectura apoyada en tecnologías orientadas a:

- **Interacción multiplataforma** mediante un cliente de escritorio, que facilite el uso continuo y el acceso controlado a documentos y funciones del sistema.
- **Servicios desacoplados (microservicios/APIs)** para separar responsabilidades (autenticación, gestión de estructura organizacional, administración documental), mejorando mantenibilidad y escalabilidad.
- **Persistencia flexible (NoSQL)** para gestionar metadatos y estructuras documentales variables, adaptables a diferentes procesos y tipos de expediente.
- **Persistencia transaccional (SQL)** para información crítica que requiere consistencia y auditoría (usuarios, roles, permisos, registros de acceso).
- **Mecanismos estandarizados de autenticación y autorización** para controlar el acceso por roles y asegurar el consumo de servicios mediante tokens

Esto surgió tras identificar requisitos similares en aplicaciones con alta demanda de datos y seguridad.

2.5. Detalle de tecnologías clave

2.5.1. Cliente de escritorio: Vue.js + Tauri

- Tauri es un ambiente ligero en Rust que permite crear aplicaciones de escritorio con cualquier frontend web, como Vue.js (Tauri Contributors, 2025).

- Aislando las APIs que no son seguras, se mejora la seguridad porque se evitan los scripts maliciosos al definir las direcciones aprobadas para el proyecto.
- Tauri, en conjunto con Vue.js, permite la creación de interfaces modernas y reactivas. Esto es perfecto para los clientes que necesitan funcionalidades como búsqueda, autenticación o gestión documental en tiempo real.

Vue.js, junto con Tauri, facilita la creación de interfaces reactivas y modernas, lo que es ideal para clientes que requieren funcionalidades como autenticación, búsqueda y gestión documental en tiempo real (Rajput, 2025).

2.5.2. Base SQL sólida: PostgreSQL

- PostgreSQL proporciona un conjunto robusto de herramientas para gestionar el acceso concurrente a datos. Internamente, mantiene consistencia mediante un modelo multiversión (MVCC), donde cada sentencia SQL ve una instantánea de los datos tal como existían anteriormente... Esto permite que lectores y escritores no se bloqueen entre sí, garantizando aislamiento y rendimiento eficiente (PostgreSQL Global Development Group, 2025).
- La extensión **pgAudit** permite auditorías detalladas de acciones en la base de datos, esenciales para cumplir con normativas y garantizar trazabilidad. Además, se pueden generar logs de acceso (log_statement) y usar triggers para auditorías personalizadas (pgAudit contributors, 2025).

Uso en la plataforma:

- Modelar usuarios, roles, tokens JWT, logs de acceso y gestión documental.
- Auditar todas las operaciones con datos confidenciales.

- Almacenar datos estructurados que requieren consistencia transaccional, es decir ArangoDB.

2.5.3. Base de datos NoSql (ArangoDB)

El paradigma NoSQL (Not Only SQL) surge para resolver problemas de flexibilidad de esquema y escalabilidad. Dentro de este grupo, las bases de datos multimodelos nativas como ArangoDB permiten combinar modelos de documentos (JSON), clave-valor y grafos en un solo motor.

Desde la teoría de grafos, estas bases de datos permiten modelar relaciones complejas (nodos y aristas) de manera directa, lo cual es superior al modelo relacional para representar jerarquías organizacionales profundas o flujos de procesos (workflow). Esto permite realizar consultas transversales eficientes sin las penalizaciones de rendimiento asociadas a las operaciones de JOIN excesivas en SQL tradicional.

2.6. Tecnologías para servicios backend: Laravel 11 y FastAPI

2.6.1. Laravel 12

Laravel 12 fue lanzado el **24 de febrero de 2025**, con soporte para PHP 8.2–8.4. Trae **starter kits actualizados para React, Vue y Livewire**, incluyendo opción con **WorkOS AuthKit** para autenticación social, passkeys y SSO. Se trata de una versión con mínimos cambios disruptivos; más bien, se modernizaron dependencias y se agregaron mejoras incrementales de calidad (Laravel Global Development Team, 2025d).

- **Rendimiento mejorado:** integra soporte nativo para HTTP/2 y manejo optimizado de rutas y caché, reduciendo la latencia de respuesta.

- **Seguridad robusta:** configura valores seguros por defecto (CSP, CORS), rotación de claves de cifrado y protección contra vulnerabilidades comunes como XSS, CSRF e inyección SQL (Laravel Global Development Team, 2025a).
- **Experiencia de desarrollo:** ofrece una estructura más limpia, compatibilidad con PHP 8.2, mejoras en Jetstream, herramientas de testing (Pest) y optimización en migraciones y jobs, incluyendo colas y WebSockets (Laravel Global Development Team, 2025b).

2.6.2. FastAPI

FastAPI, creado por Sebastián Ramírez en 2018, es un framework moderno para construir APIs con Python que destaca por su alto rendimiento, desarrollo ágil y validación automática. Gracias a su motor asincrónico basado en Starlette y su integración con Pydantic, permite obtener velocidades comparables a Node.js o Go. Además, su diseño basado en anotaciones de tipo facilita la generación automática de documentación interactiva mediante OpenAPI y Swagger, incrementando la productividad del desarrollador hasta en un 200 %–300 % y reduciendo errores hasta en un 40 %

- **Alto rendimiento:** comparable a Node.js y Go gracias a su motor asincrónico, Starlette, y el uso de Pydantic para validación de tipos.
- **Desarrollo acelerado:** Se calcula que aumenta entre un 200 % y un 300 % la velocidad de desarrollo, a la vez que disminuye los errores de código en hasta un 40 %.

- **Documentación automática:** proporciona documentación interactiva de Swagger/OpenAPI sin dificultad, permitiendo la exploración de API desde el principio.
- **Seguridad preparada:** engloba validación automática de datos utilizando Pydantic, soporte para HTTPS, JWT y control de acceso por roles; existen manuales orientados a fortalecer la seguridad de FastAPI

Aceptado por la comunidad: recomendado por desarrolladores de Microsoft, Uber y creadores como Timothy Crosley; usuarios destacan su **facilidad de uso, rendimiento y características modernas** (FastAPI Contributors, 2025).

2.6.3. Laravel Passport

Laravel Passport es una implementación completa de un servidor OAuth2 para aplicaciones Laravel, basada en el servidor OAuth2 de la League. Permite emitir tokens de acceso seguros y gestionar flujos autorizados como Password, Client, Authorization Code y Personal Access Tokens.

Puntos clave:

- **Flujos OAuth2 completos:** Passport soporta múltiples tipos de grant, permitiendo autenticación robusta para diferentes clientes (SPA, móviles, M2M).
- **Seguridad integrada:** genera llaves de cifrado, almacena secretos de cliente con hash y protege rutas mediante middleware `auth: api`, con scopes y revocación de tokens.

Caso de uso académico: ideal para proteger accesos a microservicios de documentos e investigación, emitiendo tokens JWT con scopes que limitan operaciones según roles (Laravel Global Development Team, 2025).

2.6.4. Spatie (laravel-permission)

Spatie Laravel-Permission es un paquete que permite asignar roles y permisos a usuarios dentro de Laravel, integrándose con Gates y Policies, lo que facilita la implementación de un modelo RBAC (Role-Based Access Control) en aplicaciones web (Spatie, 2025b).

Beneficios:

- **Roles y permisos expresivos:** Los roles agrupan permisos y proporcionan una estructura organizada para la gestión de accesos, recomendándose validar permisos directamente para una mayor granularidad (Spatie, 2025a).
- **Caching eficiente:** El paquete implementa un sistema de **caché de roles y permisos**, optimizando las consultas y mejorando el rendimiento en validaciones de acceso frecuentes (Spatie, 2025c).
- **Soporte para múltiples guards:** Laravel-Permission permite trabajar con **múltiples guards**, creando espacios independientes de roles y permisos, por ejemplo, para diferenciar autenticación de API y de panel administrativo (Spatie, 2025d).

Esto contribuye a un control granular en la plataforma, distinguiendo permisos específicos para visualización, modificación o auditoría.

2.7. Metodologías Ágiles

Las metodologías ágiles, originadas con el Manifiesto Ágil (2001), priorizan la entrega continua de software funcional, la colaboración cercana con el cliente y la adaptación al cambio incluso en fases avanzadas del desarrollo (Beck et al., 2001).

Según Abrahamsson et al. (2017), la agilidad se caracteriza por la rapidez de respuesta ante entornos cambiantes, favoreciendo procesos ligeros y adaptativos frente a enfoques clásicos más rígidos (Abrahamsson et al., 2017).

Principios clave:

- Ciclos cortos de entrega (**iteraciones**).
- Equipos multidisciplinarios y autoorganizados.
- Feedback frecuente y mejora continua.

2.8. Microservicios

2.8.1. Definición y principios

La arquitectura de microservicios estructura una aplicación como un conjunto de servicios autónomos, cada uno corriendo en su propio proceso y organizado según capacidades de negocio dentro de un bounded context (Microsoft Corporation, 2025a).

Además, soporta equipos distribuidos con libertad tecnológica y despliegue independiente, lo que acelera los ciclos de desarrollo (CI/CD) y reduce la dependencia de actualizaciones globales (Amazon Web Services, 2023).

Ventajas clave:

- **Escalabilidad independiente:** cada microservicio se escala según su demanda sin redimensionar toda la aplicación.

- **Resiliencia y tolerancia a fallos:** en caso de falla de un servicio, el resto continúa operando sin interrupciones gracias a patrones como circuit-breaker, reintentos con backoff, y reinicio automático en contenedores.
- **Velocidad de despliegue:** los equipos pueden actualizar servicios individuales sin impacto sobre otros, favoreciendo un flujo de trabajo ágil y continuo.
- **Desarrollo distribuido:** equipos pueden trabajar en diferentes servicios, con independencia tecnológica (Microsoft Corporation, 2022) (Amazon Web Services, 2024).

2.8.2. Casos de uso en gestión documental

En sistemas de gestión documental distribuida, los microservicios permiten:

- **Separar responsabilidades:**
 - Un servicio gestiona autenticación y roles.
 - Otro se encarga de almacenamiento de documentos.
 - Un tercero indexa metadatos y ofrece búsquedas.
- **Escalabilidad focalizada:** el canal de búsqueda puede ampliarse sin afectar los servicios de autenticación o interfaz de usuario.
- **Resiliencia operativa:** errores en un servicio (por ejemplo, indexación) no interrumpen otros flujos.

2.8.3. Retos y gestión

Pese a sus beneficios, los microservicios implican complejidad en:

- **Comunicación distribuida:** gestionar latencia, formatos de intercambio, descubrimiento y depuración de servicios se vuelve crítico en un sistema distribuido (Microsoft Corporation, 2025b).
- **Consistencia de datos:** cada servicio posee su propia base de datos, por lo que asegurar coherencia transaccional exige adoptar patrones como sagas, CQRS y persistencia eventual (Microsoft Corporation, 2023).
- **Observabilidad:** se requieren logs centralizados, métricas y tracing distribuido (por ejemplo, ID de correlación W3C) para monitoreo efectivo, diagnóstico y trazabilidad entre servicios (AWS Whitepaper Team, 2023; Microsoft Corporation, 2024)
- **Seguridad por capas:** proteger el tráfico interno (este-oeste) demanda arquitecturas tipo *zero-trust*, cifrado TLS mutuo y reglas dinámicas sin tocar el código de los microservicios (AWS Marketplace, 2024; Leines-Vite et al., 2021).

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño de Investigación

En el presente capítulo se describe el diseño metodológico adoptado para el desarrollo de la investigación, cuyo propósito es analizar el manejo actual de documentos físicos y digitalizados en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, identificar necesidades operativas y brechas técnicas, y, a partir ello, diseñar e implementar una arquitectura multiplataforma basada en microservicios y un modelo de persistencia orientado a la administración y consulta segura de documentos digitalizados.

Pues para eso, lo que hicimos fue mezclar un poco de todo, usando métodos cualitativos y métodos cuantitativos. Mira, en la parte cuantitativa lo que hicimos fue una encuesta bien estructurada, ¿sabes? Era para ver qué pensaba la gente, cuánto tardaban en responder y otras cosas importantes que nos ayudaran a entender qué tan bien estaba funcionando el proceso que tenemos ahora. Para la parte cualitativa, lo que hicimos fue analizar documentos. Esto nos ayudó a ver bien cómo se hacían las cosas, qué hacía falta y dónde podíamos mejorar.

Esta investigación tiene un carácter exploratorio y descriptivo, y busca entender la manera en que los documentos se procesan hoy en día dentro del sistema e identificar errores potenciales. Afronta de manera proactiva, pues se enfoca en la creación y validación de una arquitectura de microservicios para optimizar la gestión.

Este capítulo también abarca la descripción de las fuentes primarias y secundarias empleadas, los métodos operativos adoptados para recopilar datos, el plan de muestreo y, por último, la exposición y examen de los resultados obtenidos.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Universo

La población objetivo está conformada por miembros de la comunidad universitaria que interactúan directa o indirectamente con procesos de gestión documental, especialmente en trámites relacionados con titulación. Se consideran los siguientes grupos: personal administrativo, docentes, estudiantes y otros actores institucionales vinculados a procesos académicos o archivísticos.

3.2.2. Criterios de Selección

Se incluyen personas que hayan requerido, manipulado o gestionado documentos físicos en procesos institucionales. Esto abarca:

- Personal administrativo que maneja documentación oficial (Secretarías, Decana, director de Carrera, etc.).
- Docentes involucrados en validación de procesos académicos.
- Estudiantes que han solicitado trámites como certificados, actas, títulos, etc.

Para sacar los valores de la muestra de la investigación se utilizó la siguiente fórmula para obtener una muestra finita:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

3.2.3. Variables e Indicadores

Tabla 3 *Aplicación en Docencia y Vinculación*

Variable	Indicador	Tipo	Fuente de datos
Perfil	Personas que puedan usar el sistema (Personal administrativo, docentes y estudiantes)	Cualitativa	Encuesta
Tiempo de búsqueda documental	Días, semanas hasta conseguir el documento	Cuantitativa	Encuesta
Satisfacción del usuario	Escala Likert 1–5	Cuantitativa	Encuesta
Estado físico del documento	Frecuencia de documentos dañados, sucios o mal archivados	Cualitativa	Encuesta
Accesibilidad del sistema actual	Facilidad para acceder y recuperar documentos	Cualitativa	Encuesta
Frecuencia de incidentes documentales	Casos de pérdida, negación o extravío de documentos	Cualitativa	Encuesta
Opinión sobre digitalización	Aceptación o rechazo hacia la implementación de un sistema digital	Cualitativa	Encuesta
Necesidades del usuario	Funcionalidades deseadas en un sistema digital		Encuesta

Aplicación en Docencia y Vinculación. Fuente: Elaboración propia, basada en los datos recolectados mediante encuesta durante el desarrollo de la investigación.

3.3. Instrumentos de recolección

3.3.1. Encuesta Estructurada

Para la recolección de datos se diseñó una encuesta estructurada, aplicada de forma online mediante la plataforma Google Forms, con el objetivo de recopilar información sobre la experiencia, percepción y necesidades de los usuarios respecto al manejo actual de documentos (principalmente en formato físico) y sobre los requerimientos esperados ante la implementación de una plataforma digital para administración y consulta de documentos digitalizados.

3.3.2. Validación del Contenido

Para asegurar la calidad y pertinencia del instrumento, se realizó una validación de contenido mediante revisión por juicio de revisores, considerando a dos profesionales con experiencia en gestión documental institucional. Esta revisión se enfocó en: claridad, coherencia, redacción, y relevancia de las preguntas respecto a los objetivos de la investigación.

3.4. Validación Piloto

Para estar seguros de que las preguntas del cuestionario se entendían bien, que tenían sentido y que no generaban confusión, hicimos una validación con un grupo pequeño antes de lanzar la encuesta a todos.

Mira, para probar la encuesta hicimos una especie de prueba chiquita. Se la pasamos a seis personas del personal administrativo de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología para ver qué tal funcionaba. Pues la idea principal era ver si había

algo raro en la forma de escribir del texto, alguna parte confusa o algo que hiciera que la gente no lo entendiera bien.

Mira, con lo que sacamos en esta etapa, pudimos afinar un poquito algunas preguntas cerradas, especialmente cómo describíamos el estado físico de los documentos y algunas opciones sobre si el usuario estaba contento o no. Asimismo, se optimizó la redacción de ciertas preguntas abiertas para facilitar respuestas más precisas y útiles para el análisis posterior.

3.5. Procedimiento de recolección de datos

3.5.1. Coordinación con responsables institucionales

Se contactó a los responsables de cada unidad administrativa y académica de la Facultad, con el objetivo de coordinar tanto la validación del instrumento como su posterior aplicación.

En primer lugar, se gestionó con personal administrativo la ejecución de la prueba piloto de la encuesta, permitiendo detectar posibles ambigüedades en las preguntas y asegurar su comprensión.

Posteriormente, se mantuvo contacto con docentes los de la facultad para apoyar la difusión de la encuesta entre estudiantes y demás actores involucrados, promoviendo una participación representativa.

3.5.2. Lanzamiento de encuesta

La encuesta estructurada fue implementada en formato digital mediante Google Forms, y estuvo disponible durante dos semanas. Para mantener el compromiso y asegurar una buena tasa de respuesta, se enviaron recordatorios a la mitad del período de aplicación, dirigidos a los distintos grupos objetivos: personal administrativo, docentes y estudiantes.

3.5.3. Recopilación de datos

Finalizado el plazo, se procedió a la descarga y organización de los datos recopilados a través del formulario en línea. Las respuestas fueron clasificadas según las variables definidas previamente, como perfil del participante, tiempo de búsqueda, satisfacción, entre otras. Este proceso permitió codificar los hallazgos para su posterior análisis cuantitativo y cualitativo, facilitando además la elaboración de gráficos, tablas y conclusiones alineadas con los objetivos de la investigación.

3.6. Análisis de Datos

Una vez concluido el período de aplicación de la encuesta, se obtuvo un total de 83 encuestas válidas, correspondientes a participantes de los distintos perfiles definidos: 6 del personal administrativo, 8 de docentes y 69 de estudiantes como se muestran los porcentajes en la Ilustración 3.

A continuación, se mostrarán gráficos con los datos obtenidos de la encuesta

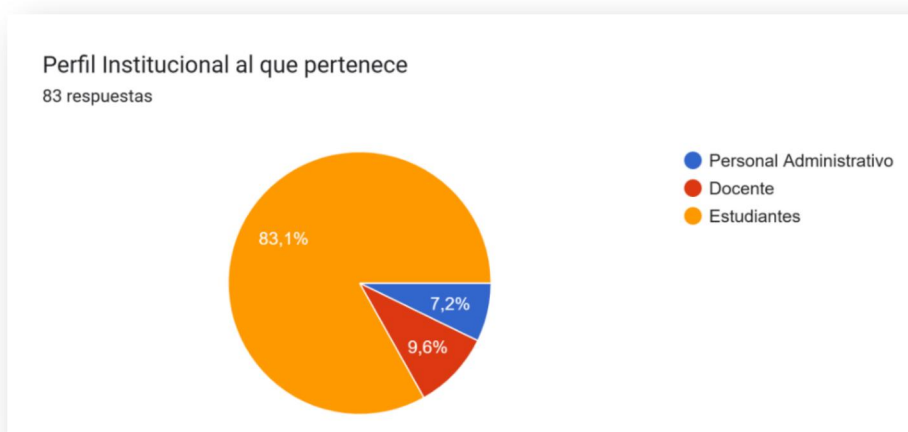


Ilustración 3 Muestra Obtenida de la Encuesta

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos obtenidos de la encuesta realizada a la comunidad universitaria.

3.6.1. Pregunta 1 ¿Ha tenido dificultades para solicitar un documento en la facultad?

- Tipo de pregunta: Cerrada – respuesta dicotómica (Sí / No)
- Variable relacionada: Frecuencia de incidencias documentales
- Tipo de dato: Cuantitativo

Resultados:

Tabla 4 Pregunta 1 – Encuesta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	55	66.3 %
No	28	33.7 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Interpretación: La mayoría de los encuestados (69.1 %) manifestó haber tenido dificultades al momento de solicitar documentos en la facultad. Este resultado evidencia una problemática recurrente en el acceso oportuno a la documentación, lo cual puede afectar directamente la eficiencia en los procesos administrativos y académicos, especialmente en trámites como titulación, certificados o actas, en la Ilustración 4 muestra el gráfico obtenido de la encuesta

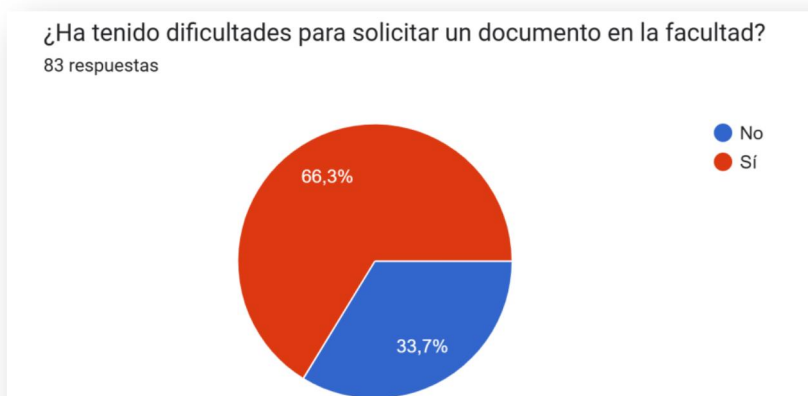


Ilustración 4 Dificultades de solicitud de documentos

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Este indicador justifica la necesidad de optimizar los flujos de recuperación documental, fortaleciendo mecanismos de organización, digitalización y trazabilidad de los archivos.

3.6.2. Pregunta 2 ¿Cuánto tiempo promedio tarda en recibir un documento físico solicitado?

- Tipo de pregunta: Cerrada – de opción múltiple
- Variable relacionada: Tiempo de búsqueda documental
- Tipo de dato: Cuantitativo

Resultados Obtenidos:

Tabla 5 Pregunta 2 – Encuesta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Menos de una semana	4	4.8 %
Una semana	39	47.0 %
Más de dos semanas	35	42.2 %

Un mes	5	6.0 %
--------	---	-------

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Interpretación: El análisis evidencia que casi la mitad de los encuestados (47.0 %) recibe los documentos en un promedio de una semana, mientras que un 42.2 % debe esperar más de dos semanas, y un 6.0 % llega a esperar hasta un mes. Solo un 4.8 % reporta recibir documentos en menos de una semana. En la Ilustración 5 muestra el gráfico obtenido de la encuesta

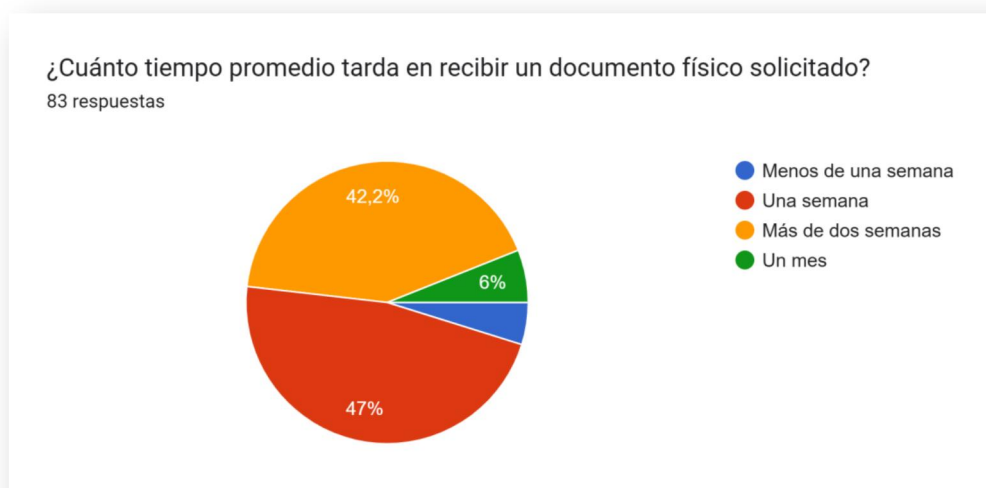


Ilustración 5 Tiempos de demora

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Como se consigue observar en la Ilustración 5, los resultados reflejan una alta variabilidad en los tiempos de entrega, lo cual puede afectar la eficiencia de trámites académicos y administrativos. Los resultados refuerza la necesidad de implementar sistemas de digitalización y búsqueda de documentos, que reduzcan la dependencia del manejo físico de archivos y permitan una entrega más oportuna.

3.6.3. Pregunta 3 ¿Con qué frecuencia ha recibido documentos físicos en mal estado (sucios, rotos, ilegibles, etc.)?

- Tipo de pregunta: Cerrada – opción múltiple
- Variable relacionada: Estado físico del documento
- Tipo de dato: Cuantitativo

Resultados:

Tabla 6 Pregunta 3 – Encuesta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	29	34.9 %
Ocasionalmente	30	36.1 %
Frecuentemente	24	28.9 %
Casi siempre	0	0.0 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Interpretación: La mayoría de los encuestados ha tenido algún grado de experiencia con documentos en mal estado: el 36.1 % respondió “ocasionalmente” y el 28.9 % “frecuentemente”, lo que representa más del 60 % de los casos.

Aunque un 34.9 % indica no haber tenido esta experiencia, nadie respondió “casi siempre”, lo cual sugiere que el deterioro, aunque presente, no es sistemático, pero sí recurrente.

¿Con qué frecuencia ha recibido documentos físicos en mal estado (sucios, rotos, ilegibles, etc.)?

83 respuestas

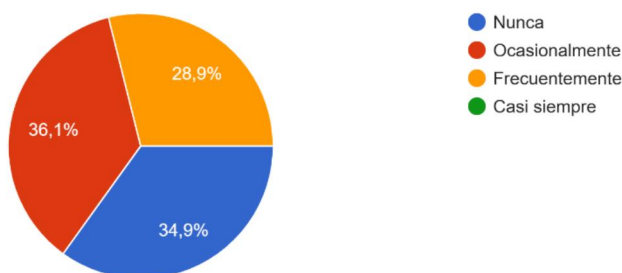


Ilustración 6 Documentos en mal estado

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Apoyándonos de la Ilustración 6 podemos decir que este hallazgo pone en evidencia la necesidad de adoptar mejores condiciones de almacenamiento, manipulación y preservación documental, así como migrar a sistemas digitales que eviten el desgaste físico de los documentos originales.

3.6.4. Pregunta 4 ¿Alguna vez ha tenido que negar o le han negado un trámite por no encontrar un documento?

- Tipo de pregunta: Cerrada – dicotómica (Sí / No)
- Variable relacionada: Frecuencia de incidencias documentales
- Tipo de dato: Cuantitativo

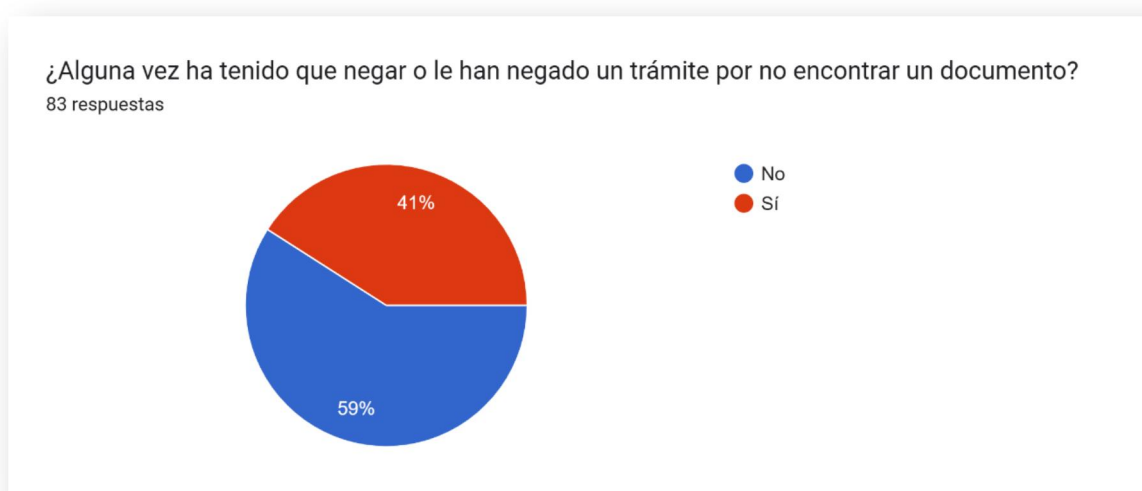
Resultados obtenidos:

Tabla 7 Pregunta 4 – Encuesta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	49	59.0 %
Sí	34	41.0 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Interpretación: El 41 % de los encuestados indicó que alguna vez ha tenido que negar o le han negado un trámite debido a la pérdida o falta de un documento, lo cual representa una proporción preocupante dentro del funcionamiento institucional. Aunque la mayoría (59 %) no ha tenido esta experiencia, el porcentaje restante revela que los errores de localización o ausencia documental afectan directamente la atención al usuario



y la eficiencia de los procesos.

Ilustración 7 Documentos Negados

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Este gráfico (Ilustración 7) refuerza la necesidad de contar con sistemas que permitan una gestión documental más robusta, que incluya búsqueda eficiente,

trazabilidad, respaldo digital y control de acceso, para evitar pérdidas de información que comprometan trámites críticos como titulaciones, certificados, homologaciones, entre otros.

3.6.5. Pregunta 5 ¿Considera usted que el sistema actual de archivos es suficiente para la gestión documental de la facultad?

- Tipo de pregunta: Cerrada – dicotómica (Sí / No)
- Variable relacionada: Percepción sobre la eficacia del sistema actual
- Tipo de dato: Cuantitativo

Resultados:

Tabla 8 Pregunta 5 – Encuesta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	1	1.2 %
No	82	98.8 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

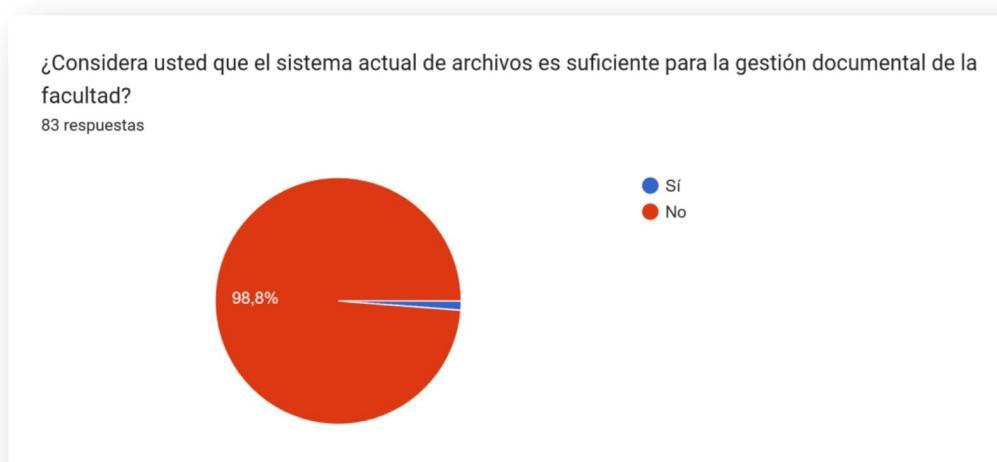


Ilustración 8 Conformidad con el Sistema Actual

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Interpretación: Como se aprecia en la Ilustración 8 hay una abrumadora mayoría del 98.8 % de los encuestados considera que el sistema actual de archivos no es suficiente para gestionar adecuadamente la documentación de la facultad. Solo una persona (1.2 %) respondió afirmativamente, lo que podría reflejar una experiencia personal positiva o un desconocimiento de los problemas estructurales del sistema.

3.6.6. Pregunta 6 ¿Con qué frecuencia se pierde o extravía documentación importante?

- Tipo de pregunta: Cerrada – opción múltiple ordinal
- Variable relacionada: Frecuencia de incidencias documentales
- Tipo de dato: Cuantitativo

Resultados Obtenidos:

Tabla 9 Pregunta 6 – Encuesta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Nunca	0	0.0 %
Muy rara vez	29	34.9 %
Algunas veces	26	31.3 %
Frecuentemente	28	33.7 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Interpretación: El cien de cien los encuestados reconoció que sí se ha extraviado documentación importante en algún momento, lo que demuestra una debilidad crítica en el manejo de documentos. De ellos, el 33.7 % afirmó que ocurre frecuentemente,

mientras que el 31.3 % señaló que sucede algunas veces y el 34.9 % indicó que ocurre muy rara vez.

Estos resultados evidencian que la pérdida o extravío de documentos es un problema real y recurrente en la gestión documental de la facultad, lo que puede comprometer trámites sensibles, retrasar procesos administrativos y afectar directamente a estudiantes, docentes y personal institucional. La implementación de un sistema digital con respaldo y trazabilidad se vuelve no solo necesaria, sino urgente.

3.6.7. Pregunta 7 En una escala del 1 al 5, ¿qué tan satisfecho está con el estado actual de la gestión documental? (1 = nada satisfecho, 5 = muy satisfecho)

- Tipo de pregunta: Cerrada – escala ordinal (tipo Likert)
- Variable relacionada: Satisfacción del usuario
- Tipo de dato: Cuantitativo

Tabla 10 Pregunta 7 – Encuesta

Valor (satisfacción)	Frecuencia	Porcentaje
1	26	31.3 %
2	31	37.3 %
3	13	15.7 %
4	13	15.7 %
5	0	0.0 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

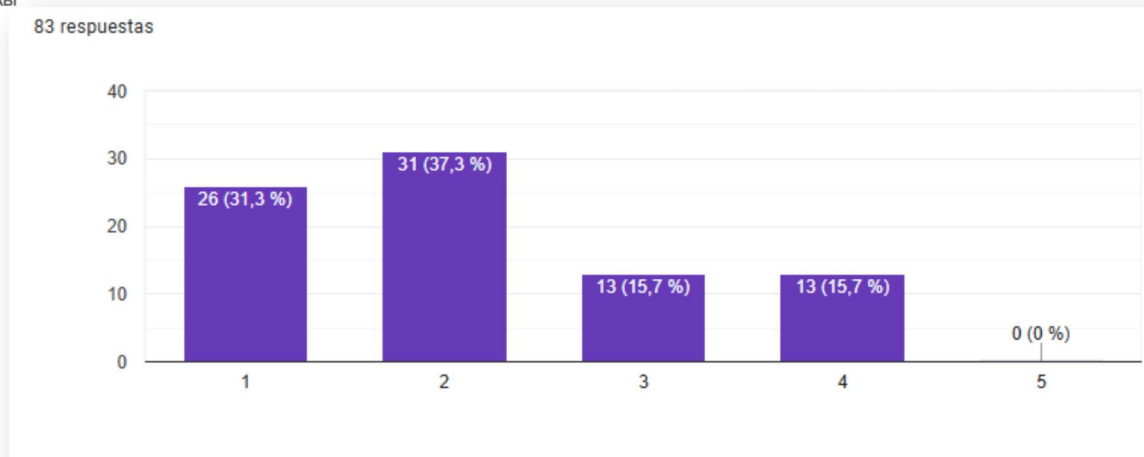


Ilustración 9 Porcentaje de Satisfacción

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Interpretación: Como se muestra en la tabla 10 y la Ilustración 9, los resultados obtenidos muestran un alto nivel de insatisfacción entre los encuestados. El 68.6 % de los participantes calificó su satisfacción entre 1 y 2, lo cual indica un grado bajo de conformidad con el sistema actual de gestión documental. Ningún encuestado eligió la opción 5 (muy satisfecho), y apenas un 31.4 % asignó una calificación intermedia (3 o 4).

3.6.8. Pregunta 8 ¿Considera útil la implementación de una plataforma digital de gestión documental?

- Tipo de pregunta: Cerrada – dicotómica (Sí / No)
- Variable relacionada: Opinión sobre digitalización
- Tipo de dato: Cuantitativo

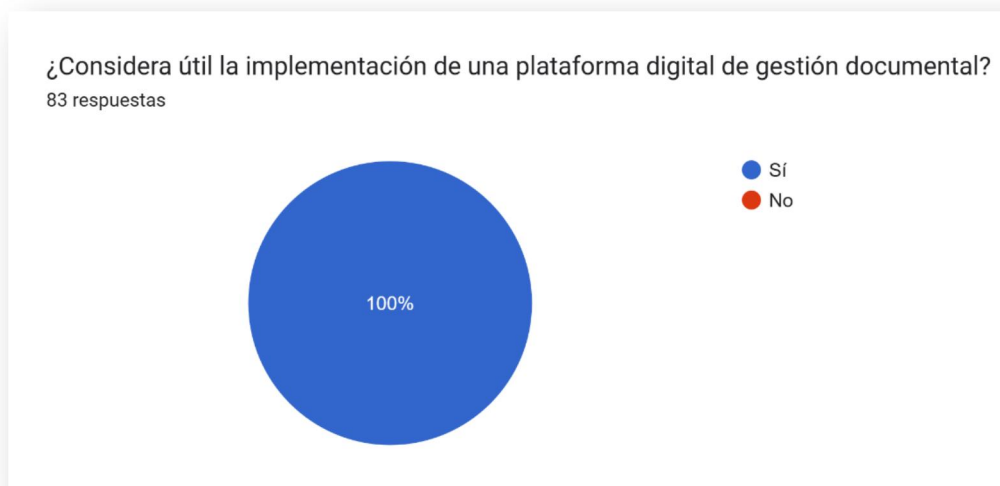


Ilustración 10 Encuesta de implementación de sistema de gestión documental

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Interpretación: El 100 % de los encuestados considera útil la implementación de una plataforma digital para la gestión documental tal como se muestra en la Ilustración 10. Este resultado refleja un consenso absoluto sobre la necesidad de modernizar el sistema actual, superando las limitaciones del archivo físico tradicional.

3.6.9. Pregunta 9 Describa una situación en la que tuvo dificultades para acceder a un documento importante.

- Tipo de pregunta: Abierta
- Total, de respuestas válidas: 83
- Objetivo: Identificar los principales problemas en el acceso a documentos físicos desde la experiencia del usuario.

Tabla 11 Pregunta 9 – Encuesta

Categoría identificada	Ejemplos comunes de Frecuencia estimada* respuestas
Demoras prolongadas en la entrega de documentos	"Esperé semanas por un certificado", "Tuve que regresar varias veces" Alta (40+)
Desorganización del archivo físico	"Papeles sin orden", "Tesis en cajas", "No sabían dónde estaba" Alta (30+)
Falta de digitalización o acceso en línea	"No hay sistema digital", "Todo es presencial", "No puedo consultar desde casa" Alta (35+)
Documentos dañados, ilegibles o con errores	"Copias en mal estado", "Certificados con errores", "Documento dañado" Media (20–25)
Limitaciones de personal o atención	"No había nadie en la oficina", "Encargado ausente", "No responden correos" Media (15–20)
Falta de trazabilidad o seguimiento del trámite	"No supe el estado del documento", "No hay sistema para saber dónde" Media (15–20)

	está"
Inseguridad o preocupación por pérdida de documentos físicos	"Se pierden documentos", Alta (25+) "Me preocupa que se dañen", "No hay respaldo"
Problemas por trámites burocráticos extensos	"Demasiados pasos", Media (15–20) "Requiere muchas firmas", "Proceso engorroso"
Restricciones por horarios o ubicación	"Horarios limitados", Media (10–15) "Tuve que ir presencialmente", "No coincide con mi tiempo"
Usuarios sin dificultades	"No tuve problemas" (muy Baja (1–2) pocos casos)

Fuente: Elaboración propia a partir de las respuestas abiertas obtenidas en la encuesta aplicada.

Interpretación: La mayoría de los participantes reporta experiencias negativas asociadas a demoras, desorganización y falta de digitalización. Las respuestas revelan una percepción generalizada de ineficiencia y falta de modernización en la gestión documental. Además, se destaca la preocupación por la integridad de los documentos físicos, la escasa trazabilidad de los trámites y la dependencia del personal para acceder a información básica.

3.6.10. Pregunta 10 ¿Qué tipos de documentos generan más retrasos o problemas en su solicitud/localización?

- Tipo de pregunta: Abierta
- Objetivo: Identificar los tipos de documentos que más dificultades presentan en su gestión, desde la experiencia de usuarios internos.

Tabla 12 Pregunta 10 – Encuesta

Categoría de documento	Ejemplos comunes	Frecuencia estimada*
Certificados académicos	Certificados de notas, constancias de alumno, constancias de inscripción, constancia de egreso	Alta (30+)
Tesis y trabajos finales	Tesis, trabajos de grado, actas de defensa, resolución de tribunales	Alta (20–25)
Expedientes académicos y estudiantiles	Expedientes de ingreso, cambio de carrera, readmisión, historial académico	Media (15–20)
Documentación administrativa y oficial	Resoluciones, normativas, actas de reuniones, correspondencia institucional	Media (15–20)

Documentación de voluntariado, deportes, Media (10–15)	
extensión y actividades cultura, actividades	
extracurriculares	estudiantiles, centros de estudiantes
Documentos no Reglamentos físicos, Media (10–15)	
digitalizados o normativas antiguas,	
desactualizados	proyectos sin respaldo, contratos físicos únicos
Documentación de becas, Constancias de becas, Baja–Media (5–10)	
ayudas y seguros	ayudas económicas, seguro estudiantil
Informes institucionales o Informes de seguimiento, Baja–Media (5–10)	
académicos	de tutorías, de gestión, presupuestarios, docentes
Otros (sin experiencia)	“No me ha pasado” Muy baja (1–2)

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de las respuestas de la encuesta realizada a la comunidad universitaria.

Interpretación: Los documentos que con mayor frecuencia presentan retrasos o dificultades en su localización son los certificados académicos, trabajos finales de grado y expedientes estudiantiles. A estos les siguen documentos administrativos clave como resoluciones y normativas, y aquellos vinculados a procesos no digitalizados.

3.6.11. Pregunta 11 ¿Qué consecuencias institucionales o para el usuario ha observado cuando no se encuentra un documento?

- Tipo de pregunta: Abierta
- Total, de respuestas válidas: 83
- Objetivo: Identificar el impacto concreto que tiene la pérdida, ausencia o inaccesibilidad de documentos tanto en los usuarios como en los procesos institucionales.

Tabla 13 Pregunta 11 – Encuesta

Categoría general	Ejemplos comunes	Frecuencia estimada*
Retrasos en trámites académicos y administrativos	Trámites de titulación, inscripción, reválida, certificados, egresos, etc.	Muy alta (40+)
Pérdida de oportunidades académicas o laborales	Becas, intercambios, pasantías, posgrados, convocatorias	Alta (25–30)
Afectaciones a la experiencia del usuario	Molestia, frustración, pérdida de tiempo, viajes innecesarios, largas esperas	Alta (20–25)
Problemas para justificar procesos o situaciones académicas	Referencias, historial, constancias, apelaciones, reclamos	Media (15–20)
Impacto en la imagen	Ineficiencia percibida,	Media (10–15)

institucional	desorganización, pérdida de confianza	
Duplicidad de esfuerzos y pérdida de información	Recrear documentos, repetir trámites, pérdida de datos importantes	Media (10–15)
Dificultad en la gestión interna y toma de decisiones	Auditorías, decisiones administrativas, trámites internos lentos	Media (10–15)
Problemas en programas de bienestar o tutorías	Acceso a beneficios, actividades estudiantiles, apoyos académicos	Baja–media (5–10)

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de las respuestas de la encuesta realizada a la comunidad universitaria.

Interpretación: Los encuestados señalan de forma unánime que la falta de acceso o pérdida de documentos conlleva consecuencias graves tanto para los usuarios como para la institución. Los problemas más recurrentes incluyen retrasos significativos en trámites esenciales, pérdida de oportunidades académicas, duplicidad de esfuerzos y daño a la imagen institucional.

3.6.12. Pregunta 12 ¿Qué consecuencias institucionales o para el usuario ha observado cuando no se encuentra un documento?

- Tipo de pregunta: Abierta
- Objetivo: Identificar el impacto concreto que tiene la pérdida, ausencia o inaccesibilidad de documentos tanto en los usuarios como en los procesos institucionales.

Tabla 14 Pregunta 12 – Encuesta

Categoría general	Ejemplos comunes	Frecuencia estimada*
Seguridad y confidencialidad de la información	Protección ante hackeos, errores humanos, desastres naturales, acceso controlado	Muy alta (50+)
Accesibilidad y disponibilidad	Acceso desde cualquier dispositivo, 24/7, en línea, historial académico completo	Muy alta (45–50)
Organización y clasificación clara	Etiquetado, búsqueda por palabras clave, estructura lógica de archivos	Alta (35–40)
Integración con plataformas institucionales	Sistemas académicos, bibliotecas virtuales, educación virtual, sistemas de pago	Alta (30–35)
Facilidad para trámites y solicitudes en línea	Certificados, constancias, actualización de datos, seguimiento de trámites	Alta (30–35)
Respaldo y recuperación de la información	Copias de seguridad periódicas, prevención de pérdida de información	Alta (30–35)

Calidad y legibilidad de los documentos digitalizados	Buena resolución, escaneo correcto, formato legible	Media (20–25)
Privacidad del usuario y control de autorizaciones	Autorización para compartir, protección de datos personales	Media (15–20)
Notificaciones y alertas institucionales	Estado de trámites, eventos académicos, vencimientos	Media (15–20)
Capacitación del personal y facilidad de uso del sistema	Formación en uso del sistema, interfaz sencilla	Media (10–15)
Reducción de la burocracia y sostenibilidad ambiental	Menos papeleo, contribución ecológica, procesos digitalizados	Baja-media (5–10)
Soporte y atención al usuario	Contacto en línea con personal de archivo	Baja-media (5–10)

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de las respuestas de la encuesta realizada a la comunidad universitaria.

Interpretación: Los encuestados señalan de forma unánime que la falta de acceso o pérdida de documentos conlleva consecuencias graves tanto para los usuarios como para la institución. Los problemas más recurrentes incluyen retrasos significativos en trámites esenciales, pérdida de oportunidades académicas o laborales, duplicidad de esfuerzos, problemas para justificar procesos, y afectaciones a la imagen institucional.

También se mencionan impactos en la gestión interna y la calidad del servicio, así como frustración generalizada en la comunidad estudiantil.

3.6.13. Pregunta 13 ¿Qué recomendaciones haría para mejorar la gestión documental en su facultad?

- Tipo de pregunta: Abierta
- Objetivo: Recoger sugerencias de la comunidad estudiantil para optimizar los procesos de archivo, acceso y digitalización documental en la facultad.

Tabla 15 *Pregunta 13 – Encuesta*

Categoría general	Ejemplos comunes	Frecuencia estimada*
Digitalización masiva y acceso en línea	Digitalizar expedientes, certificados, documentos históricos y permitir acceso remoto desde cualquier dispositivo	Muy alta (50+)
Capacitación del personal y estudiantes	Formación en uso del sistema digital, procesos de archivo, atención al usuario	Alta (40–45)
Seguridad, privacidad y control de datos	Protección de datos sensibles, acceso controlado, protocolos de confidencialidad	Alta (35–40)
Sistema de gestión documental moderno e	Plataforma centralizada, fácil de usar, búsqueda por	Alta (30–35)

integrado	palabras clave, integración con otros sistemas académicos
Seguimiento, notificaciones y tiempos claros	Estado de solicitudes, Media-alta (25–30) alertas automáticas, tiempos de respuesta definidos
Comunicación y transparencia institucional	Información clara sobre Media (20–25) trámites, derechos estudiantiles, canales de contacto con archivo
Protocolos y normas claras de archivo	Políticas de retención, Media (15–20) eliminación de documentos, gestión de calidad, auditorías internas
Participación y retroalimentación estudiantil	Encuestas, sistemas de Baja-media (10–15) sugerencias/reclamos, participación en procesos de mejora
Atención y soporte al usuario	Citas previas, horarios Baja-media (10–15) flexibles, atención virtual, contacto directo con archivo

Reducción de trámites presenciales y burocracia	Trámites en línea, menos papeleo, digitalización de procesos repetitivos	Baja-media (10–15)
Infraestructura y sostenibilidad	Recursos para mantenimiento del sistema, uso de formatos digitales, reducción de papel	Baja (5–10)

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de las respuestas de la encuesta realizada a la comunidad universitaria.

Interpretación: Las respuestas reflejan un consenso claro sobre la necesidad de modernizar, digitalizar y transparentar la gestión documental. Los estudiantes proponen la implementación de sistemas digitales accesibles, el fortalecimiento de la seguridad de los datos, y la capacitación tanto de personal administrativo como de usuarios. También se destaca la importancia de establecer protocolos claros, sistemas de seguimiento, notificaciones y una mejor atención al usuario. El enfoque no solo es tecnológico, sino también organizativo y cultural.

3.7. Consideraciones Éticas

En el desarrollo de la encuesta, se tomaron en cuenta criterios éticos fundamentales que garantizan el respeto a los derechos de los participantes, la transparencia del proceso y el uso responsable de la información obtenida. Las principales medidas adoptadas fueron las siguientes:

Consentimiento informado: Previo a responder el cuestionario, los participantes recibieron información sobre la finalidad del estudio, el tipo de preguntas, la duración aproximada de su participación y cómo se emplearán los resultados en el ámbito

académico. Se enfatizó que su participación era totalmente voluntaria y no implicaba ningún tipo de obligación o consecuencia adversa. Los participantes manifestaban de manera explícita su conformidad con las condiciones al seguir con la encuesta.

Confidencialidad y anonimato: La encuesta se diseñó de tal manera que no recoja datos personales identificables. Datos delicados como el nombre, el número de identificación o la dirección de correo electrónico no fueron requeridos. Las respuestas se guardaron de forma anónima y se examinaron solo en conjunto, garantizando de este modo la confidencialidad de los participantes.

Empleo solo con propósitos académicos de los datos: Los datos recopilados se usarán solamente para el análisis académico de este trabajo y para presentaciones internas dentro de la facultad. No se compartirá con terceros ni se empleará para propósitos comerciales o distintos a los de la investigación.

Estas acciones se alinean con los principios éticos de respeto, responsabilidad y protección de la privacidad de los participantes, fortaleciendo la validez y legitimidad del estudio.

3.8. Cronograma

Tabla 16 *Cronograma de actividades*

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Diseño de instrumentos	X				
Pilotaje y ajustes		X			
Aplicación de encuesta		X	X		
Realización de entrevistas			X	X	
Análisis de datos				X	X
Redacción y revisión del capítulo					X

Fuente: Elaboración propia a partir del cronograma de actividades definido para la fase de investigación.

4. CAPITULO IV: MARCO PROPOSITIVO

4.1. Introducción

El presente capítulo describe el desarrollo de la propuesta tecnológica planteada como respuesta a los problemas identificados en los capítulos anteriores, relacionados con el desorden, la falta de trazabilidad y el acceso no controlado a los documentos institucionales. A partir del diagnóstico realizado, se definió la necesidad de contar con una solución que permita digitalizar, organizar y consultar expedientes documentales de manera controlada, priorizando la validación y disponibilidad de la información.

El producto mínimo viable (MVP) que se ha creado, tiene como propósito primordial comprobar un modelo de gestión de expedientes digitalizados dentro del marco institucional estudiado. En esta línea, el sistema no busca abarcar de manera exhaustiva cada uno de los trámites de la gestión documental archivística, sino satisfacer las demandas esenciales que se identificaron a lo largo del estudio, centrando su atención en el registro, la validación, el almacenamiento y la consulta segura de documentos.

En este capítulo se presenta la estructura general de la solución propuesta, incluyendo la definición de requisitos, las decisiones arquitectónicas adoptadas, el diseño de los componentes principales y el proceso de implementación del sistema. Todo ello se desarrolla en coherencia con los hallazgos expuestos en los Capítulos I y III, garantizando que la propuesta tecnológica responda de manera concreta y verificable al problema planteado.

4.2. Metodología de desarrollo

El desarrollo del sistema se realizó bajo un enfoque ágil basado en Scrum, aplicado de forma adaptada al alcance y características del proyecto. Esta metodología permitió estructurar el trabajo en incrementos funcionales, facilitando la construcción progresiva del sistema y la validación continua de sus componentes principales.

Se estructuró el proceso de desarrollo en iteraciones breves, cada una enfocada en la puesta en marcha de módulos concretos del sistema. Este método modular permitió que se diera prioridad a la parte central de la solución, que es la administración de expedientes digitalizados, y que los elementos de soporte se incorporaran progresivamente, lo cual estaba en línea con el enfoque del Producto Mínimo Viable (MVP) establecido para el proyecto.

Durante la construcción del MVP, las funcionalidades se implementaron y ajustaron de acuerdo con los resultados que se obtenían en cada iteración, garantizando que las decisiones técnicas atendieran a las necesidades detectadas en la etapa investigativa. De esta manera, la metodología aplicada facilitó un desarrollo controlado, flexible y alineado con las necesidades reales del contexto institucional.

4.2.1. Organización del equipo de trabajo

El desarrollo del sistema se llevó a cabo mediante un trabajo colaborativo, en el cual se asignaron responsabilidades específicas a cada integrante del equipo, permitiendo una ejecución ordenada y eficiente del proyecto.

Tabla 17 Organización del equipo de Trabajo

Participante	Rol dentro del proyecto	Responsabilidades principales
Gustavo Johan	Desarrollador	Diseño e implementación de
Cañizares Mantuano	Backend	microservicios, bases de datos, autenticación y lógica del sistema
William Alexander	Desarrollador	Diseño e implementación de la interfaz
Meneses Tuárez	Frontend	de usuario y flujos de interacción
Ing. Oscar Gonzáles	Director de tesis	Supervisión académica y validación

metodológica				
Ing. Esperanza Molina	Fuente de información	de Asesoría	sobre procesos administrativos y documentales	
Ing. Edgardo Panchana	Fuente de información	de Apoyo técnico y validación de flujos documentales		
Personal de Secretaría General	Fuente institucional	Información sobre gestión real de documentos		
Ing. Junior Zamora	Asesor técnico	Asesoría sobre codificación institucional de documentos		

Fuente: Elaboración propia a partir de la definición de roles y responsabilidades del proyecto.

4.3. Cronograma de trabajo

Una vez procesada la información del desarrollo el proyecto con un antes y un después, donde el cronograma quedo dividido en 2 fases. Una ya vista pero ahora procesada y otra donde planificamos la construcción del MVP.

4.3.1. Fase de post-investigación (4 semanas)

La fase de investigación tuvo una duración total de cuatro semanas y estuvo orientada a recopilar la información necesaria para comprender el contexto institucional y los procesos documentales existentes.

Tabla 18 Fases de Post-Investigación

Semana	Actividades realizadas
Semana	Revisión bibliográfica y análisis de normativa institucional relacionada con la

1	gestión documental
Semana	Revisión de anexos universitarios y documentación interna sobre codificación
2	y clasificación de documentos
Semana	Entrevistas y consultas técnicas con la Ing. Esperanza Molina, Ing. Edgardo
3	Panchana, comunidad universitaria y personal de Secretaría General
Semana	Consolidación de información, definición preliminar de requisitos funcionales
4	y no funcionales

Fuente: Elaboración propia a partir de la planificación y ejecución de las actividades de investigación.

Los resultados obtenidos en esta fase (parte de ella vista en el Capítulo III), sirvieron como base para el diseño de la arquitectura del sistema y la definición del stack tecnológico.

4.3.2. Fase de desarrollo del sistema (9 semanas)

La fase de desarrollo tuvo una duración total de nueve semanas y se organizó en etapas secuenciales, permitiendo construir el sistema de manera ordenada y controlada.

Tabla 19 Fases de Desarrollo

Semana	Componente / Etapas	Actividades desarrolladas (qué se hizo)	Resultado obtenido (qué quedó implementado)
5	Análisis técnico y diseño	Análisis de los requisitos funcionales y no funcionales definidos en la fase de investigación. Definición de la arquitectura del sistema basada en microservicios. Selección del	Arquitectura general del sistema definida. Stack tecnológico validado. Diseño lógico preliminar de datos. Maquetaciones base del

		stack tecnológico definitivo. sistema.
		Diseño lógico inicial de la base de datos y definición de la separación de responsabilidades entre microservicios.
		Elaboración de maquettaciones iniciales para la interfaz de usuario.
6	Desarrollo del Auth Service	Implementación del Auth Service funcional microservicio de autenticación con autenticación por utilizando Laravel. Creación del roles. Emisión y modelo de usuarios, definición validación de tokens de roles institucionales y JWT. Persistencia de permisos. Desarrollo del flujo usuarios y permisos en de inicio de sesión y emisión de PostgreSQL.
		tokens JWT. Configuración inicial de la base de datos PostgreSQL para la gestión de usuarios y seguridad.
7	Ajustes y pruebas del Auth Service	Pruebas funcionales del flujo de Auth Service autenticación. Ajustes en la estabilizado y listo para validación de roles y permisos integración. Control de según perfiles institucionales. acceso validado. Redis Integración del uso de Redis integrado para manejo

		para manejo de sesión y de sesión.
		validación distribuida de
		accesos. Preparación del
		servicio para su consumo por
		otros microservicios.
8	Desarrollo del Implementación del Management Service	Management microservicio de gestión funcional. Estructura Service organizacional utilizando organizacional Laravel. Creación de la gestionable y validada. estructura institucional Integración con (facultades, carreras, autenticación. dependencias). Desarrollo de operaciones de registro, consulta y actualización de la estructura. Integración con el Auth Service para control de acceso por rol.
9	Ajustes y Pruebas funcionales de la Management Service validación del estructura organizacional. estabilizado. Estructura Management Validación de jerarquías y institucional coherente Service relaciones institucionales y lista para conforme a los documentos y clasificación anexos universitarios. Ajustes documental. en reglas de acceso y	

		consistencia de datos.
		Preparación del servicio para ser consumido por el sistema documental.
10	Desarrollo del Document Service	Implementación del Document Service base microservicio de gestión documental utilizando Python Registro de con FastAPI. Desarrollo de documentos y endpoints para registro de metadatos funcional. documentos digitalizados. ArangoDB configurada Definición y almacenamiento y operativa. de metadatos documentales. Configuración de ArangoDB como base de datos multimodelo para documentos y relaciones.
11	Procesamiento y almacenamiento documental	Integración del almacenamiento de archivos digitales mediante MinIO. Implementación de flujo documental completo implementado: carga, flujos de procesamiento almacenamiento, asíncrono para documentos procesamiento y (OCR) utilizando Kafka. validación. Gestión de estados Documentos documentales y validación consultables por

		posterior. Desarrollo de metadatos.
		mecanismos de búsqueda y recuperación de documentos.
12	Desarrollo de la interfaz de usuario	Implementación de la Aplicación de escritorio funcional. utilizando Vue y Tauri. Integración frontend– Desarrollo de interfaces para backend completada. autenticación, gestión Flujos principales organizacional y gestión operativos. documental. Consumo de los servicios backend mediante APIs. Ajustes de experiencia de usuario según flujos definidos.
13	Integración final y cierre	Integración completa de los tres Sistema integrado y microservicios con la aplicación funcional. Servicios de escritorio. Pruebas de flujo contenerizados. completo del sistema Documentación final (autenticación, carga, consulta y elaborada. Versión permisos). Corrección de final lista para incidencias detectadas. evaluación. Contenerización del sistema utilizando Docker y Docker Compose. Elaboración de documentación técnica y

manuales de usuario.

Fuente: Elaboración propia a partir de la planificación y ejecución de las actividades de desarrollo.

La fase de desarrollo descrita permitió construir el sistema de manera progresiva, abordando cada componente conforme a su rol dentro de la arquitectura definida. El cronograma evidencia la implementación secuencial de los microservicios, la integración con la interfaz de usuario y la consolidación final del sistema como una solución funcional Ingeniería de Requisitos del Sistema

4.3.3. Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales definidos corresponden exclusivamente a las capacidades implementadas y validadas dentro del MVP, cuyo foco principal es la gestión controlada de expedientes documentales digitalizados en el contexto institucional analizado.

Tabla 20 Lista de Requisitos Funcionales

Código	Nombre del requisito	Descripción	Microservicio / Componente asociado
RF-01	Autenticación de usuarios	Permite el inicio de sesión mediante credenciales institucionales	Auth Service
RF-02	Gestión de roles	Asigna roles institucionales para definir niveles de acceso	Auth Service
RF-03	Validación de permisos	Restringe operaciones según rol y permisos asignados	Auth Service

RF-04	Emisión de tokens de sesión	Genera tokens de sesión para el consumo seguro de servicios	Auth Service
RF-05	Gestión de usuarios	Permite registrar, actualizar y desactivar usuarios	Auth Service
RF-06	Gestión de estructura organizacional	Administra facultades, carreras y dependencias.	Management Service
RF-07	Asociación usuaria-estructura	Vincula usuarios con unidades organizacionales	Management Service
RF-08	Carga de documentos digitalizados	Permite cargar documentos desde la aplicación de escritorio	Document Service
RF-09	Registro de metadatos	Asocia metadatos estructurados a cada documento	Document Service
RF-10	Clasificación documental	Clasifica documentos según estructura institucional	Document Service
RF-11	Almacenamiento de archivos	Almacena archivos digitales en repositorio independiente	Document Service
RF-12	Procesamiento automático	Ejecuta OCR u otros procesos automáticos sobre documentos	Document Service

RF-13	Validación documental	Permite revisión manual	Document Service
		antes de disponibilidad final	
RF-14	Gestión de estados documentales	Maneja estados: registrado, revisión, validado, archivado	Document Service
RF-15	Búsqueda de documentos	Permite búsquedas por criterios estructurados y metadatos	Document Service
RF-16	Consulta controlada	Restringe la visualización de documentos según permisos	Document Service
RF-17	Registro de auditoría	Registra acciones de Todos usuarios sobre documentos	
RF-18	Acceso mediante app de escritorio	Permite el uso del sistema vía cliente desktop	Vue + Tauri

Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación y resultados de las encuestas y entrevistas.

4.3.4. Requisitos No funcionales

Los requisitos no funcionales definidos responden a las condiciones técnicas y operativas necesarias para garantizar seguridad, trazabilidad y estabilidad del MVP desarrollado

Tabla 21 Lista de Requisitos No Funcionales

Código	Categoría	Descripción
RNF-01	Seguridad	Acceso restringido a usuarios autenticados
RNF-02	Control de acceso	Aplicación de control RBAC en todas las operaciones
RNF-03	Integridad	Preservación de integridad de documentos y metadatos
RNF-04	Confidencialidad	Protección contra accesos no autorizados
RNF-05	Disponibilidad	Operación estable en horario institucional
RNF-06	Rendimiento	Respuesta aceptable en carga y búsqueda documental
RNF-07	Escalabilidad	Soporte para crecimiento progresivo del volumen documental
RNF-08	Trazabilidad	Registro de acciones y estados documentales
RNF-09	Compatibilidad	Ejecución en múltiples sistemas operativos
RNF-10	Portabilidad	Despliegue reproducible mediante contenedores
RNF-11	Mantenibilidad	Actualización independiente de microservicios
RNF-12	Confiabilidad	Interfaz clara y comprensible para usuarios institucionales
RNF-13	Interoperabilidad	El sistema debe permitir la integración entre microservicios de forma controlada.
RNF-14	Usabilidad	Interfaz clara y comprensible para usuarios

institucionales

RNF-15 Cumplimiento Alineación con normativa institucional e ISO aplicable
normativo

Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación y resultados de las encuestas y entrevistas.

4.4. Stack Tecnológico Adoptado

El sistema se construyó con un stack definido por componente, manteniendo separación entre **cliente**, **servicios**, **persistencia**, **sesión** y **despliegue**, lo que permitió implementar e integrar el MVP de forma progresiva.

Tabla 22 Lista de Tecnologías Utilizadas

Capa / Componente	Tecnología	Dónde se usa	Responsabilidad en el MVP
Cliente de escritorio	Vue.js + Tauri	Frontend	Interfaz de escritorio; manejo de sesión; carga/consulta de expedientes y navegación por módulos.
Servicios backend	Laravel 11 (y Auth Service ajustes puntuales 12)	+ en Management Service	API de seguridad y administración institucional (estructura, usuarios, roles, permisos, endpoints).
Servicios backend	Python + FastAPI	Document Service	API del núcleo documental: registro de documentos, metadatos, estados, búsqueda y orquestación de almacenamiento/procesamiento.

Capa / Componente	Tecnología	Dónde se usa	Responsabilidad en el MVP
Persistencia relacional	PostgreSQL	Auth Service	Datos críticos: usuarios, roles/permisos, tokens/sesiones y registros que requieren integridad transaccional.
Persistencia multimodelo	ArangoDB (NoSQL multimodelo, con soporte de grafos)	Document Service	Metadatos flexibles + relaciones complejas (proceso–expediente–documento–unidad–rol) y consultas por rutas.
Repositorio de archivos	MinIO (almacenamiento de objetos)	Document Service	Guarda binarios (archivos PDF y derivados). Metadatos quedan en la BD; los archivos se gestionan por repositorio dedicado.
Mensajería / eventos	Kafka	Flujo documental (procesamiento)	Procesos asíncronos (ej. OCR/transformaciones), desacoplando carga de archivo y procesamiento.
Sesión / caché	Redis	Auth validación distribuida	+ Compartir y validar sesión/token en flujos entre servicios y cliente; soporte de rendimiento.
Contenerización	Docker Docker Compose	+ Despliegue del MVP	Entorno reproducible para levantar servicios, dependencias y pruebas de integración con una sola configuración.

Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación del tema planteado y capacidad y facilidad del uso de estas herramientas de los autores.

4.5. Arquitectura Técnica

La solución se implementó con una arquitectura orientada a servicios, compuesta por microservicios que exponen APIs para separar responsabilidades críticas del MVP. Esta elección responde a la necesidad de aislar tres frentes del sistema: seguridad de acceso, estructura institucional y gestión documental, evitando dependencias rígidas entre componentes.

Bajo este enfoque, cada servicio concentra una responsabilidad concreta:

Tabla 23 Explicación puntual de cada microservicio

Microservicio	Función principal
Auth Service	Gestiona autenticación de usuarios, roles y permisos
Management Service	Administra la estructura institucional (facultades, carreras, dependencias)
Document Service	Centraliza la gestión, validación, búsqueda y almacenamiento de documentos

Fuente: Elaboración propia a partir del diseño de la arquitectura de microservicios del MVP.

Cada microservicio se comunica mediante APIs REST y eventos, lo que permite que las operaciones críticas no dependan de un único componente.

Esta separación posibilita la evolución del sistema sin necesidad de rehacerlo por completo: con ella, se puede expandir el módulo documental o introducir funciones institucionales y a la vez conservar inalterada la estructura organizacional y la

autenticación. Por lo tanto, la arquitectura respalda el enfoque MVP, al validar el núcleo documental con una base técnica que está preparada para crecer.

En términos generales, el cliente de escritorio se ajusta al uso institucional del sistema, priorizando la estabilidad, el control y la facilidad de adopción por parte del personal administrativo, sin dejar de lado su posible evolución futura hacia otros tipos de clientes si el sistema supera los límites establecidos.

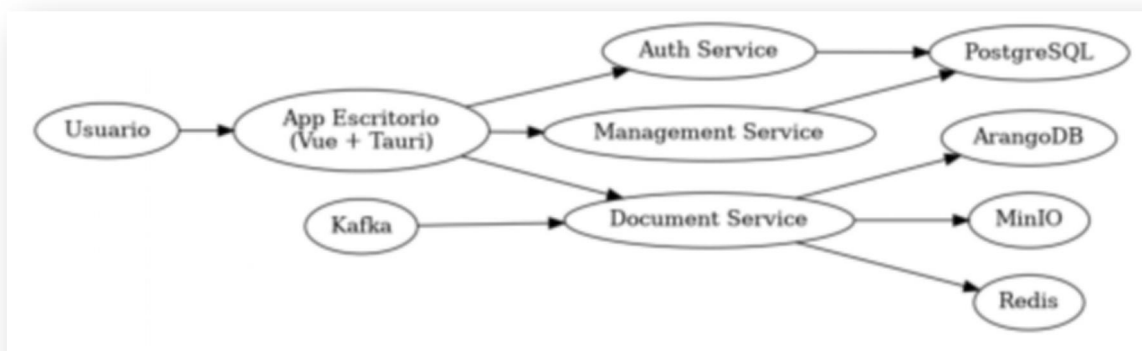
La arquitectura general se organiza en tres niveles:

Tabla 24 Niveles de la arquitectura del sistema

Nivel	Descripción
Cliente	Aplicación de escritorio desarrollada con Vue.js y Tauri
Servicios	Microservicios backend que procesan la lógica del sistema
Datos	Bases de datos y almacenamiento de archivos

Fuente: Elaboración propia a partir del diseño de la arquitectura de microservicios del MVP.

El cliente de escritorio actúa como punto de acceso único para los usuarios,



mientras que los microservicios gestionan de forma independiente los procesos internos.

Ilustración 11 Arquitectura General del Sistema

Fuente: Elaboración propia a partir del diseño de la arquitectura general del MVP.

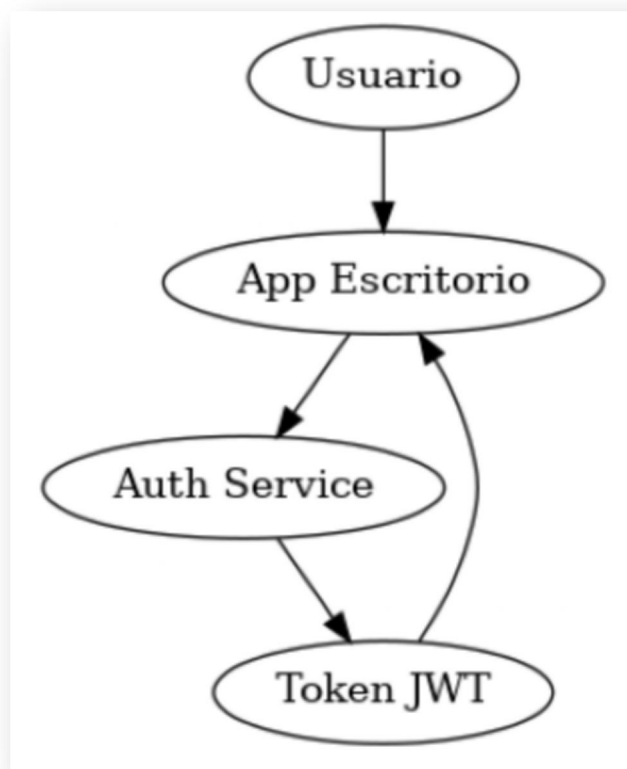


Ilustración 12 Flujo de Autenticación

Fuente: Elaboración propia a partir del diseño del flujo de autenticación del MVP.

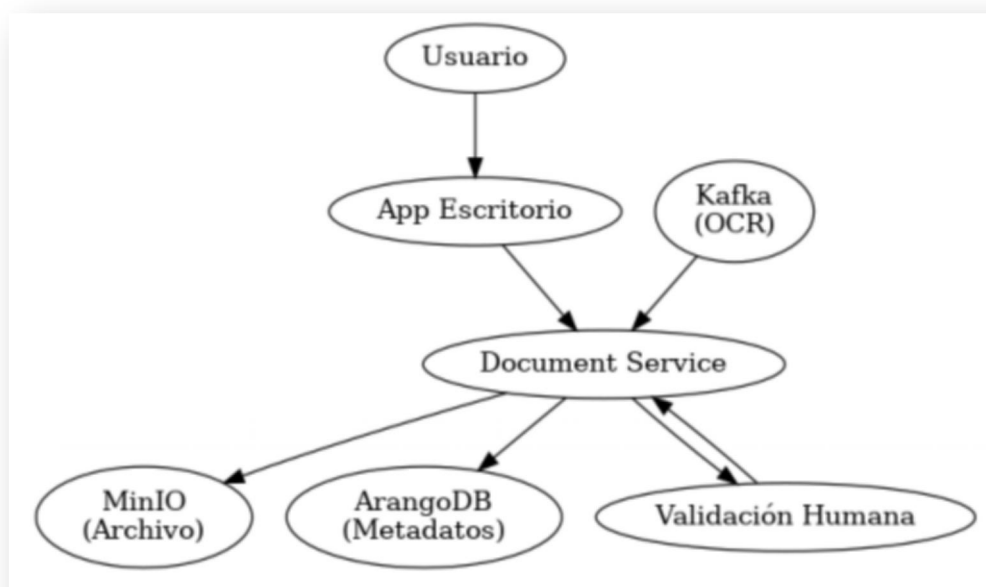


Ilustración 13 Flujo de Gestión Documental

Fuente: Elaboración propia, basada en el flujo de gestión documental definido para el MVP.

Los diagramas presentados describen la interacción entre la aplicación de escritorio, los microservicios y los sistemas de almacenamiento, mostrando la secuencia de operaciones y la distribución de responsabilidades dentro del MVP.

4.6. Diseño y gestión de la base de datos

Se estableció el diseño de persistencia en función de la clase de información que el sistema gestiona: metadatos documentales, datos de control y archivos digitales. Se optó por un sistema distribuido que posibilita conservar la integridad de los datos sensibles, reflejar las relaciones documentales y guardar binarios de manera eficaz, en vez de concentrar todo en un único repositorio. Esta perspectiva concuerda con la arquitectura orientada a servicios que fue descrita anteriormente.

4.6.1. Criterios de Separación de información

Durante el diseño del sistema se identificó que la información gestionada responde a tres comportamientos claramente diferenciados dentro del flujo documental. En primer lugar, los datos asociados a la autenticación y control de acceso requieren operaciones transaccionales confiables, ya que afectan directamente a la seguridad y a la trazabilidad de las acciones realizadas por los usuarios. En segundo lugar, los metadatos documentales representan relaciones dinámicas entre expedientes, documentos, unidades institucionales y responsables, lo que exige un modelo flexible capaz de adaptarse a cambios estructurales. Por último, los documentos digitalizados son archivos binarios que requieren un sistema de almacenamiento autónomo debido a su tamaño y a la frecuencia con que se accede a ellos.

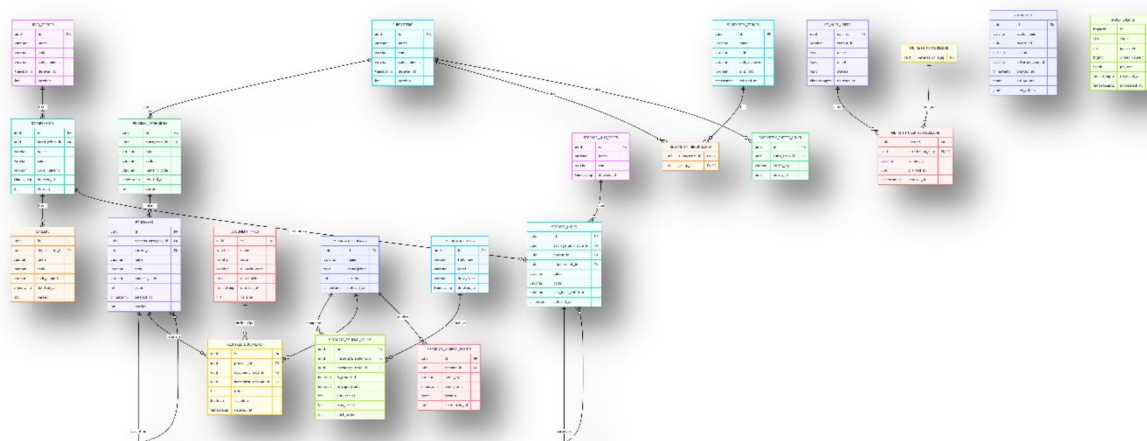
Se decidió desagregar la persistencia de la información en elementos especializados, para no sobrecargar un solo repositorio con tareas diversas, según este análisis. Esta división posibilita preservar la integridad de los datos de control, mantener

la coherencia en la estructura de los documentos y manejar los archivos digitales con eficacia, sin perjudicar el funcionamiento general del sistema.

4.6.2. Modelo General de Persistencia

El modelo general de persistencia del sistema se construyó a partir de la separación de responsabilidades definida previamente, estableciendo una relación clara entre los microservicios y los mecanismos de almacenamiento utilizados. Este modelo evita accesos directos entre componentes y centraliza toda interacción con los datos a través de los servicios correspondientes.

La Ilustración 14 muestra la distribución de los mecanismos de persistencia dentro de la arquitectura, evidenciando cómo los datos de control, los metadatos documentales y los archivos digitales se gestionan de forma independiente, pero



coordinada, a través de los microservicios.

Ilustración 14 Modelado de la Base de datos

Elaborado por los autores, link: <https://mermaid.ai/app/projects/74c39869-458e-4336-b286-22ea4c228c48/diagrams/145c69d2-1cb8-4d2e-ac22-28d675b68848/version/v0.1/edit>

De forma complementaria, la **Tabla 25** resume los componentes de persistencia utilizados, el tipo de información que gestionan y el servicio responsable de su acceso, permitiendo una visión sintética del modelo adoptado.

Tabla 25 *Componentes de persistencia y gestión del servicio*

Tipo información	Mecanismo almacenamiento	Responsable
Datos de control y seguridad	Base de datos relacional (PostgreSQL)	Auth Service
Metadatos documentales	Base de datos NoSQL multimodelo (ArangoDB)	Document Service
Archivos digitalizados	Repositorio de archivos	Document Service

Fuente: Elaboración propia, basada en el diseño de la arquitectura general del MVP.

4.7. Construcción del sistema (MVP)

La construcción del sistema se realizó de forma incremental, siguiendo un desarrollo modular alineado con la arquitectura orientada a servicios definida previamente. Cada componente fue implementado de manera independiente, permitiendo integrar y validar funcionalidades de forma progresiva, priorizando el núcleo del proyecto correspondiente a la gestión de expedientes digitalizados.

El proceso de construcción se centró en tres componentes principales: el servicio de autenticación, el servicio de gestión estructural y el servicio documental. A continuación, se describe la implementación de cada uno.

4.7.1. Componentes internos del Document Service

Tabla 26 Desglose del document service

API REST	Expone endpoints para consulta y gestión documental
Módulo de búsqueda	Ejecuta búsquedas semánticas y jerárquicas
Módulo de validación	Confirma y corrige metadatos provenientes de OCR
Módulo de almacenamiento	Gestiona archivos en MinIO
Módulo de seguridad	Valida tokens y permisos mediante JWT y Redis

Fuente: Elaboración propia, basada en el diseño funcional del Document Service del sistema.

4.8. Gestión de usuarios y permisos

La gestión de usuarios y permisos del sistema se diseñó bajo un modelo de autenticación y autorización basado en OAuth2 y control de acceso por roles (RBAC), como parte de las decisiones arquitectónicas orientadas a garantizar la seguridad, trazabilidad y control institucional de la información documental.

La aplicación del estándar OAuth2 posibilita la creación y verificación de tokens de acceso con seguridad, garantizando que los usuarios se identifiquen correctamente y que las comunicaciones entre el cliente y los servicios backend estén protegidas. Además, el modelo RBAC define roles y permisos que se corresponden con las funciones de la institución, lo que permite un control granular del acceso y limita así las operaciones accesibles para cada clase de usuario en el sistema.

Este método permite rastrear las acciones que se llevan a cabo con los documentos, dado que cada operación está vinculada a un usuario autenticado y a un rol concreto; esto ayuda en los procesos de control y auditoría requeridos en contextos institucionales. La implementación de este modelo se apoya en herramientas especializadas como Laravel Passport, para la gestión de OAuth2, y Spatie Laravel

Permission, para la administración de roles y permisos, las cuales fueron utilizadas como mecanismos de soporte al modelo de seguridad definido.

Tabla 27 Lista de roles y su nivel de acceso

Rol	Acceso
Administrador	Configuración y control total del sistema
Personal administrativo	Gestión y validación de documentos
Docente	Consulta y carga autorizada
Estudiante	Consulta de documentos propios

Fuente: Elaboración propia, basada en el modelo de control de acceso definido para el sistema.

4.8.1. Alcance de la propuesta

La presente propuesta corresponde al desarrollo de un **Producto Mínimo Viable (MVP)** orientado a validar técnica y funcionalmente un sistema de gestión documental digital basado en una arquitectura de microservicios, aplicado al contexto de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

El alcance del sistema se centra en el **núcleo documental**, representado por el *Document Service*, el cual constituye el eje principal de la solución desarrollada. Este microservicio permite la **digitalización, registro, clasificación, validación, almacenamiento y consulta controlada de documentos institucionales**, gestionando tanto los archivos digitales como sus metadatos y relaciones estructurales.

El MVP implementado cubre los siguientes alcances funcionales:

Tabla 28 Funcionalidades vistas en el MVP

Funcionalidad / Componente	Descripción	Incluido en el MVP
-------------------------------	-------------	-----------------------

Autenticación de usuarios	Inicio de sesión mediante credenciales y control de acceso por roles institucionales	✓
Gestión de roles y permisos	Asignación y validación de permisos según perfil de usuario	✓
Estructura organizacional	Gestión de facultades, carreras y dependencias como contexto documental	✓
Registro de documentos digitalizados	Carga de documentos desde la aplicación de escritorio	✓
Clasificación documental	Asociación de documentos a estructura organizacional, procesos y tipos documentales	✓
Gestión de metadatos	Registro y validación de metadatos configurables por tipo de documento	✓
Almacenamiento de archivos digitales	Gestión de archivos mediante almacenamiento de objetos	✓
Gestión de estados documentales	Manejo de estados (registrado, en revisión, validado, archivado)	✓
Validación documental	Revisión manual de documentos antes de su confirmación	✓
Procesamiento automático (OCR)	Extracción preliminar de información desde documentos digitalizados	✓

Búsqueda documental	Consulta de documentos mediante criterios estructurados	✓
Registro de auditoría	Registro de acciones sobre documentos y estructura	✓
Aplicación de escritorio	Acceso al sistema mediante cliente de escritorio multiplataforma	✓

Fuente: Elaboración propia, basada en las funcionalidades que incluye esta versión del MVP.

4.9. Implementación del Document Service (núcleo del sistema)

El Document Service se implementó como microservicio especializado en persistencia documental, integrando una base multimodelo (ArangoDB) para metadatos y relaciones, y un almacenamiento de objetos (MinIO) para archivos digitales. Su diseño se organizó en módulos funcionales: búsqueda, almacenamiento, validación/workflow y plantillas.

Además, el servicio utiliza variables de entorno para configurar dependencias como ArangoDB, MinIO, Redis y Kafka, lo que facilita el despliegue y asegura separación entre configuración y código.

Tabla 29 Explicación a detalle del uso del document service

Módulo	Descripción funcional	Responsabilidad principal
Gestión de documentos	Administra el registro de documentos digitalizados, incluyendo su creación, consulta y control de estados documentales.	Controlar el ciclo de vida del documento dentro del sistema.

Almacenamiento de archivos	Gestiona el almacenamiento físico de los archivos digitales en un repositorio de objetos.	Garantizar la persistencia segura y centralizada de los archivos.
Gestión de metadatos	Administra la información descriptiva asociada a cada documento conforme a esquemas configurables.	Asegurar consistencia y normalización de la información documental.
Clasificación institucional	Asocia los documentos con la estructura organizacional, procesos y tipos documentales definidos.	Contextualizar los documentos dentro de la organización.
Procesamiento automático	Ejecuta procesos automáticos sobre documentos digitalizados, como la extracción preliminar de información.	Apoyar la validación documental mediante procesos automáticos.
Validación documental	Permite la revisión y confirmación de documentos antes de su disponibilidad final.	Controlar la calidad y confiabilidad de la información registrada.
Búsqueda y consulta	Implementa mecanismos de búsqueda y filtrado de documentos mediante criterios documentales y estructurales.	Facilitar la recuperación eficiente de documentos.
Auditoría	Registra las acciones realizadas sobre los documentos durante su	Garantizar trazabilidad y

documental

ciclo de vida.

control de operaciones.

Fuente: Elaboración propia basado en el document service se aplica en él .exe del MVP.

4.10. Implementación de la solución: construcción por componentes

En esta sección se documenta la implementación del MVP, describiendo cómo se construyeron los componentes principales y presentando evidencia visual mediante capturas del sistema y fragmentos de código. La implementación se organiza en tres frentes: aplicación de escritorio (Vue + Tauri), Document Service (FastAPI) y flujos clave del MVP.

4.10.1. Evidencia del Frontend Desktop (Vue + Tauri)

La aplicación cliente se desarrolló como una solución de escritorio multiplataforma. Su arranque está compuesto por la inicialización de Tauri, carga del frontend empaquetado y ejecución del ciclo de inicio de Vue (router, stores y configuración visual). Este flujo permite que el sistema determine si existe sesión válida, cargue permisos y muestre la interfaz correspondiente.

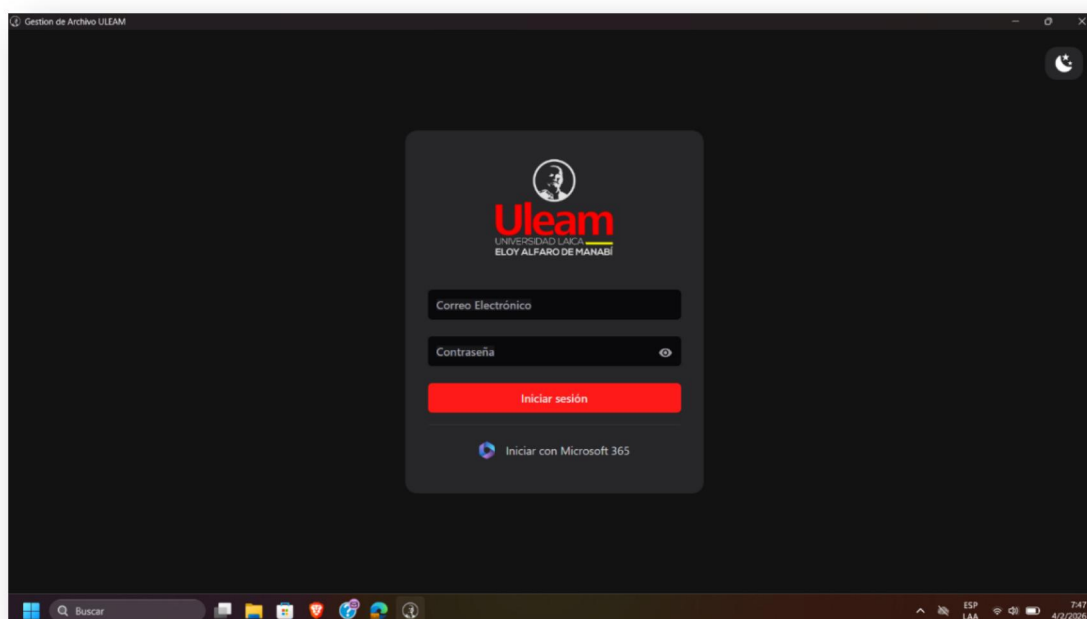


Ilustración 15 Pantalla del login, con autenticación del correo institucional
Fuente: Elaboración propia, primera pantalla del MVP antes de loggearse.

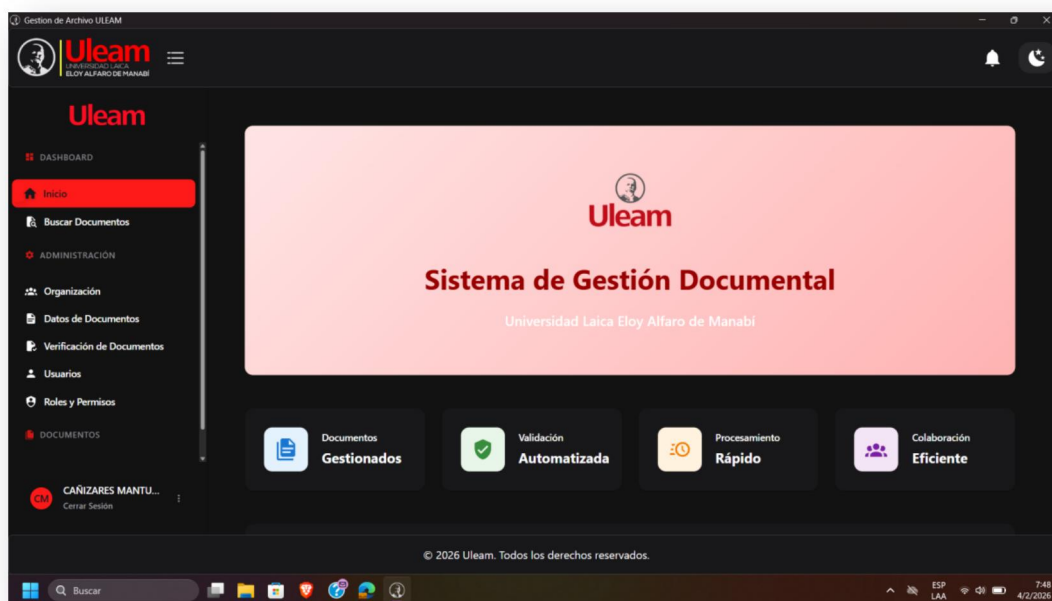
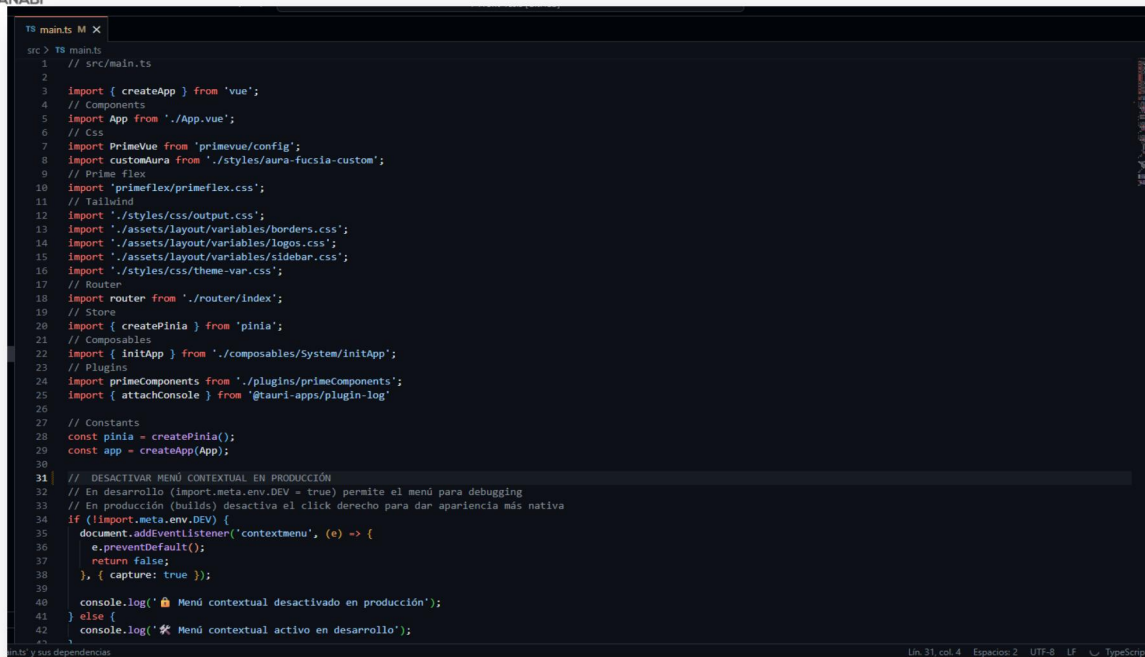


Ilustración 16 Vista de un usuario ya autenticado

Fuente: Elaboración propia, pantalla del usuario autenticado dentro del MVP



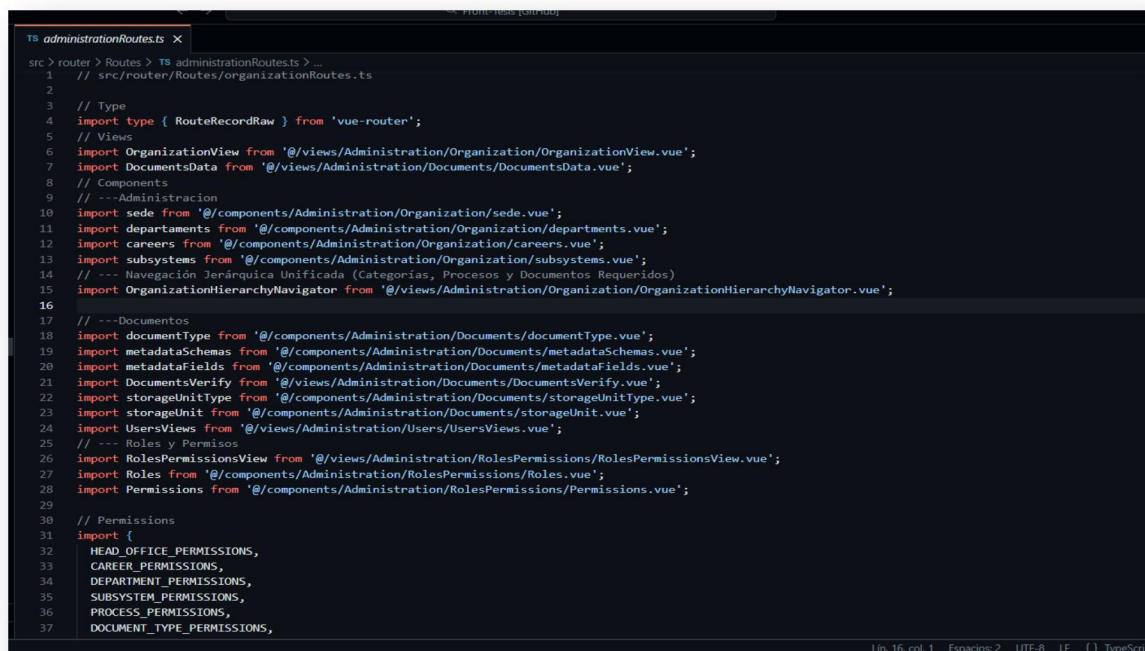
```

1 // src/main.ts
2
3 import { createApp } from 'vue';
4 // Components
5 import App from './App.vue';
6 // CSS
7 import PrimeVue from 'primevue/config';
8 import customAura from './styles/aura-fucsia-custom';
9 // Prime flex
10 import 'primeflex/primeflex.css';
11 // Tailwind
12 import './styles/css/output.css';
13 import './assets/layout/variables/borders.css';
14 import './assets/layout/variables/logos.css';
15 import './assets/layout/variables/sidebar.css';
16 import './styles/css/theme-var.css';
17 // Router
18 import router from './router/index';
19 // Store
20 import { createPinia } from 'pinia';
21 // Composables
22 import { initApp } from './composables/System/initApp';
23 // Plugins
24 import primeComponents from './plugins/primeComponents';
25 import { attachConsole } from '@tauri-apps/plugin-log';
26
27 // Constants
28 const pinia = createPinia();
29 const app = createApp(App);
30
31 // DESACTIVAR MENÚ CONTEXTUAL EN PRODUCCIÓN
32 // En desarrollo (import.meta.env.DEV = true) permite el menú para debugging
33 // En producción (builds) desactiva el click derecho para dar apariencia más nativa
34 if (import.meta.env.DEV) {
35   document.addEventListener('contextmenu', (e) => {
36     e.preventDefault();
37     return false;
38   }, { capture: true });
39
40   console.log('🔒 Menú contextual desactivado en producción');
41 } else {
42   console.log('🔓 Menú contextual activo en desarrollo');
43 }

```

Ilustración 17 Código del main.ts, vista desde VScode

Fuente: Elaboración propia, vista del IDE VScode de como se ve el código main.



```

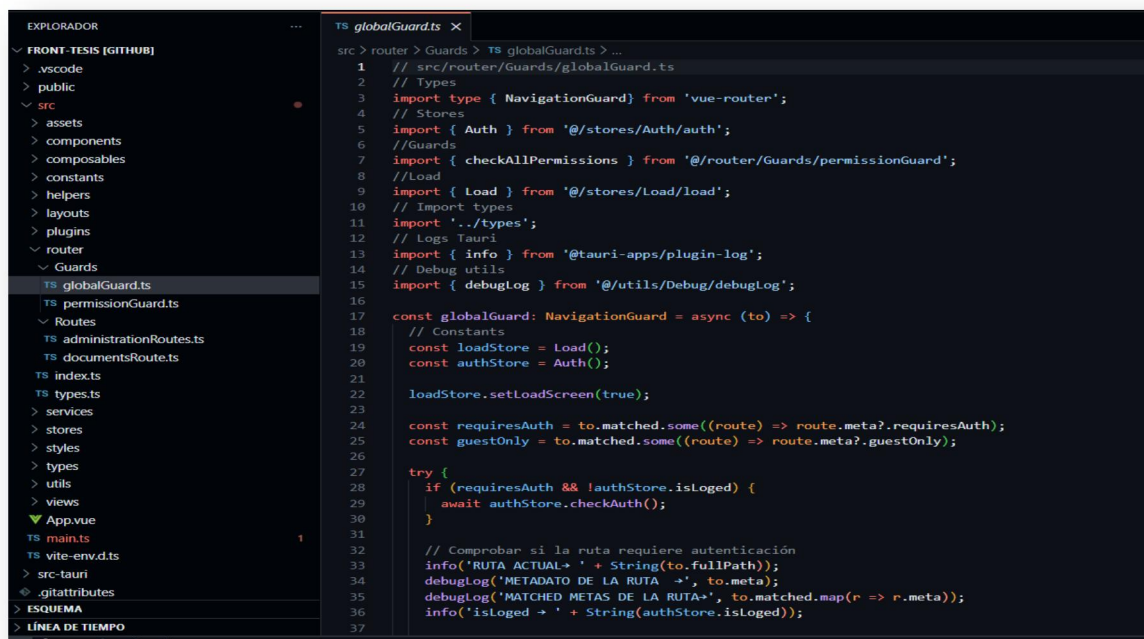
1 // src/router/Routes/organizationRoutes.ts
2
3 // Type
4 import type { RouteRecordRaw } from 'vue-router';
5 // Views
6 import OrganizationView from '@views/Administration/Organization/OrganizationView.vue';
7 import DocumentsData from '@views/Administration/Documents/DocumentsData.vue';
8 // Components
9 // ---Administracion
10 import sede from '@components/Administration/Organization/sede.vue';
11 import departamentos from '@components/Administration/Organization/departamentos.vue';
12 import careers from '@components/Administration/Organization/careers.vue';
13 import subsystems from '@components/Administration/Organization/subsystems.vue';
14 // --- Navegación Jerárquica Unificada (Categorías, Procesos y Documentos Requeridos)
15 import OrganizationHierarchyNavigator from '@views/Administration/Organization/OrganizationHierarchyNavigator.vue';
16
17 // --- Documentos
18 import documentType from '@components/Administration/Documents/documentType.vue';
19 import metadataSchema from '@components/Administration/Documents/metadataSchemas.vue';
20 import metadataFields from '@components/Administration/Documents/metadataFields.vue';
21 import DocumentsVerify from '@views/Administration/Documents/DocumentsVerify.vue';
22 import storageUnitType from '@components/Administration/Documents/storageUnitType.vue';
23 import storageUnit from '@components/Administration/Documents/storageUnit.vue';
24 import UsersViews from '@views/Administration/Users/UsersViews.vue';
25 // --- Roles y Permisos
26 import RolesPermissionsView from '@views/Administration/RolesPermissions/RolesPermissionsView.vue';
27 import Roles from '@components/Administration/RolesPermissions/Roles.vue';
28 import Permissions from '@components/Administration/RolesPermissions/Permissions.vue';
29
30 // Permissions
31 import {
32   HEAD_OFFICE_PERMISSIONS,
33   CAREER_PERMISSIONS,
34   DEPARTMENT_PERMISSIONS,
35   SUBSYSTEM_PERMISSIONS,
36   PROCESS_PERMISSIONS,
37   DOCUMENT_TYPE_PERMISSIONS,

```

Ilustración 18 Rutas del sistema, vistas desde el VScode.

Fuente: Elaboración propia, vista desde el IDE VScode de cómo se manejan las rutas en el MVP.

4.10.2. Flujo de carga de documentos



```

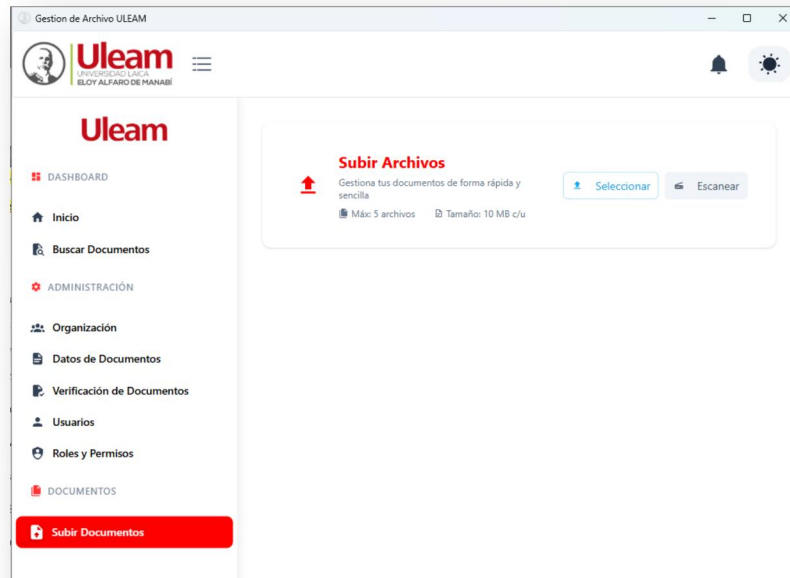
1 // src/router/Guards/globalGuard.ts
2 // Types
3 import type { NavigationGuard } from 'vue-router';
4 // Stores
5 import { Auth } from '@stores/Auth/auth';
6 // Guards
7 import { checkAllPermissions } from '@router/Guards/permissionGuard';
8 // Load
9 import { Load } from '@stores/Load/load';
10 // Import types
11 import './types';
12 // Logs Tauri
13 import { info } from '@tauri-apps/plugin-log';
14 // Debug utils
15 import { debugLog } from '@utils/Debug/debugLog';
16
17 const globalGuard: NavigationGuard = async (to) => {
18   // Constants
19   const loadStore = Load();
20   const authStore = Auth();
21
22   loadStore.setLoadScreen(true);
23
24   const requiresAuth = to.matched.some((route) => route.meta?.requiresAuth);
25   const guestOnly = to.matched.some((route) => route.meta?.guestOnly);
26
27   try {
28     if (requiresAuth && !authStore.isLogged) {
29       await authStore.checkAuth();
30     }
31
32     // Comprobar si la ruta requiere autenticación
33     info('RUTA ACTUAL+ ' + String(to.fullPath));
34     debugLog('METADATO DE LA RUTA +', to.meta);
35     debugLog('MATCHED METAS DE LA RUTA+', to.matched.map(r => r.meta));
36     info('isLogged + ' + String(authStore.isLogged));
37   }

```

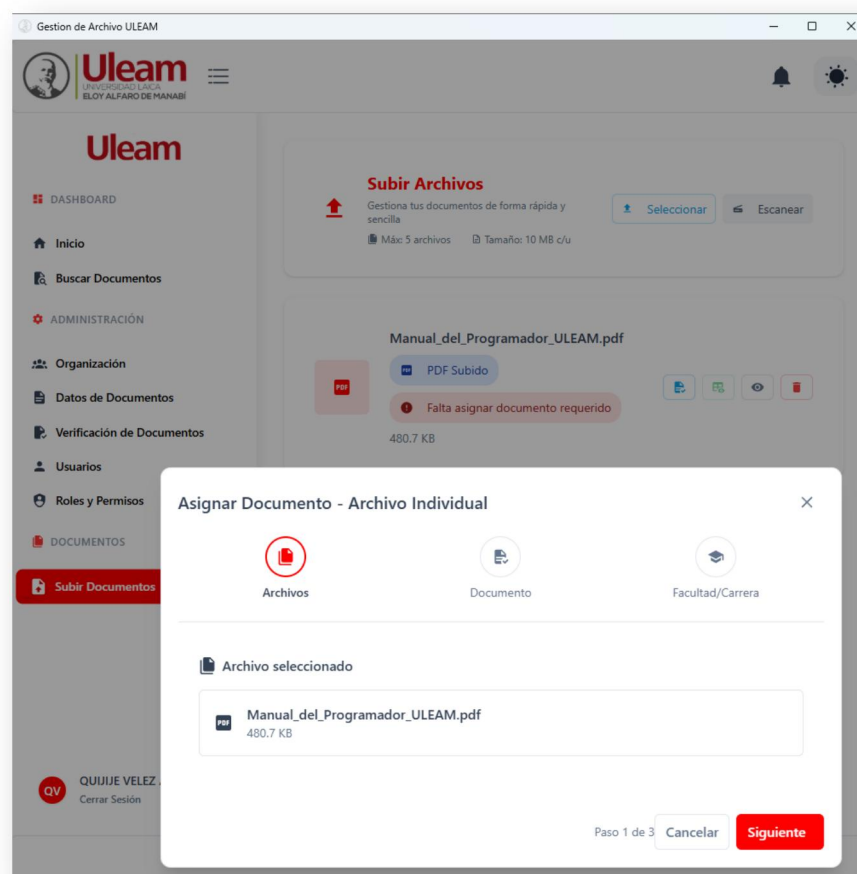
Ilustración 19 Validación requiresAuth y se redirige a login

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro de IDE VScode de como se valida la autenticación del usuario

Una vez autenticado, el usuario puede acceder al módulo para cargar documentos. Esta función permite que el sistema haga varias tareas: recibir archivos mediante arrastre, verificar que cumplan con el tamaño y la extensión permitidos, registrar metadatos como la descripción, el tipo de documento, la carrera y la facultad, y finalmente enviar la información al backend. El proceso consiste en llamar al endpoint correspondiente y convertir el archivo a Base64 para poder enviarlo.



Ilustraci3n 20 Carga de Documentos, funcionalidad de subida de documentos
Fuente: Elaboraci3n propia, pantalla dentro del MVP subida de documentos



Ilustraci3n 21 Subida de documentos, archivo seleccionado paso 1
Fuente: Elaboraci3n propia, pantalla dentro del MVP proceso de subir un documento paso 1.

Ilustración 22 Subida de documentos, archivo seleccionado paso 2.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP proceso de subir un documento paso 2.

Ilustración 23 Subida de documentos, archivo seleccionado paso 3.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP proceso de subir un documento paso 3.

Metadatos del Documento

Documento Requerido
PVV-02-F-002

Información general

CÓDIGO POR DEFECTO
PVV-02-F-002

ES PÚBLICO
Sí

Tipo de documento

NOMBRE
Informe

CÓDIGO
INF

DESCRIPCIÓN
Informes y reportes de carácter mensual, semestral, socialización, técnicos, de evaluación y otros.

VERSIÓN
1

Proceso

NOMBRE
EJECUCIÓN, MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE

CÓDIGO
TCT-02

ORDEN
0

Ilustración 24 Subida de documentos, Vista de los metadatos.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP vista de metadatos del documento subido.

Metadatos del Documento

Campos que el OCR debe extraer 16

Código del documento
Tipo: string • Orden: 1
Obligatorio

Versión del documento
Tipo: integer • Orden: 2
Obligatorio

Título del documento
Tipo: string • Orden: 3
Obligatorio

Mes/Año del informe
Tipo: string • Orden: 4
Obligatorio

Nombre del proyecto
Tipo: string • Orden: 5
Obligatorio

Unidad académica
Tipo: string • Orden: 6
Obligatorio

Código de proyecto
Tipo: string • Orden: 7
Obligatorio

Docente líder del proyecto
Tipo: string • Orden: 8
Obligatorio

Ilustración 25 Subida de documentos, vista de metadatos a extraer.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP vista de la lista de datos que se extraen del documento subido.

Metadatos del Documento

- Tipo: date • Orden: 11
- Beneficiarios directos (número)**
Tipo: integer • Orden: 12
- Beneficiarios indirectos (número)**
Tipo: integer • Orden: 13
- Línea de investigación**
Tipo: string • Orden: 14
- Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)**
Tipo: text • Orden: 15
- Carrera**
Tipo: json • Orden: 16

Seguimiento y auditoría

CREADO POR: system
ACTUALIZADO POR: system
CREADO EL: 24 ene 2026, 18:19
ACTUALIZADO EL: 24 ene 2026, 18:19

Ilustración 26 Subida de documentos, vista de metadatos, datos de fechas del documento.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP vista de la lista de datos que se sobre el documento subido.

Gestion de Archivo ULEAM

Subir Archivos
Gestiona tus documentos de forma rápida y sencilla
Máx: 5 archivos • Tamaño: 10 MB c/u

Manual_del_Programador_ULEAM.pdf
PDF Subido

Confirmar
¿Procesar 1 archivo(s)?
No, cancelar **Sí, continuar**

Procesar Archivos

© 2026 Uleam. Todos los derechos reservados.

Ilustración 27 Subida de documentos, confirmar información del documento a subir.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP confirmando la subida del documento para ser procesado.

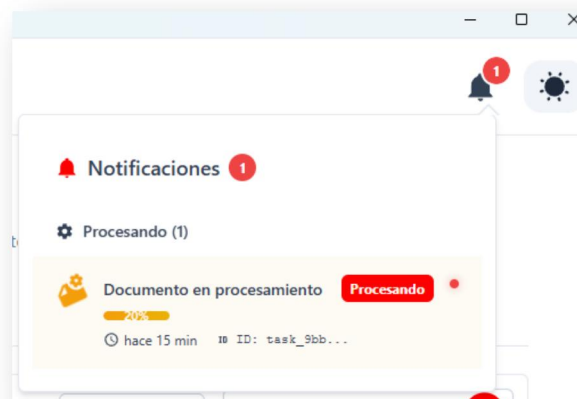


Ilustración 28 Notificación y vista del porcentaje del documento siendo procesado.
Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP notificación con la borra de proceso del documento procesando.

4.11. Flujo de búsqueda segura (con evidencia)

El sistema permite realizar búsquedas aplicando filtros documentales y restricciones de seguridad. Para esto, el backend resuelve permisos desde Redis, construye una consulta AQL con criterios y restricciones, y retorna resultados paginados.

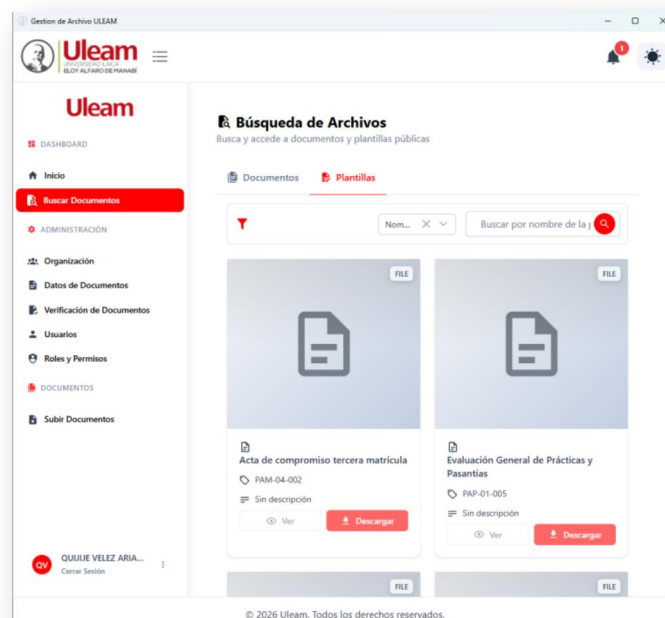


Ilustración 29 Búsqueda de archivos por filtros, los que se han subido al MVP
Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP búsqueda de archivos subidos por el usuario.

Los módulos descritos fueron implementados de manera progresiva durante la fase de desarrollo del proyecto. En las siguientes subsecciones se presenta evidencia del proceso de implementación mediante capturas del sistema en funcionamiento y fragmentos representativos del código fuente, con el objetivo de mostrar cómo estos módulos fueron contruidos e integrados dentro del Document Service.

4.12. Gestión Administrativa

La gestión administrativa del sistema se orienta a la configuración y mantenimiento de los elementos estructurales necesarios para el correcto funcionamiento del núcleo documental. Este módulo permite a los usuarios con rol administrativo administrar la estructura organizacional, los esquemas documentales y los accesos al sistema, garantizando coherencia entre los documentos digitalizados y el contexto institucional en el que se generan.

El panel administrativo permite gestionar entidades como facultades, departamentos, subsistemas y carreras. Estas son esenciales para clasificar los documentos y poner en contexto los expedientes. Esta estructura sirve como un marco organizativo para vincular documentos, determinar rutas de acceso y establecer responsabilidades en el sistema.

Asimismo, este módulo permite administrar los patrones de metadatos documentales, lo que facilita la identificación de los campos necesarios en función del tipo de documento. Esta propiedad asegura que la gestión de información descriptiva sea flexible sin modificar la lógica interna del sistema y permite que el modelo documental se adapte a distintos procedimientos académicos o administrativos.

La gestión de usuarios, roles y permisos se integra dentro de este apartado, permitiendo asignar perfiles de acceso acordes a las funciones institucionales. De esta

forma, se garantiza que las operaciones administrativas, documentales y de consulta se realicen bajo un control de acceso estructurado y trazable, reforzando la seguridad y el orden operativo del sistema.

Las capturas presentadas evidencian las principales funcionalidades administrativas implementadas, mostrando la interacción real con el sistema y validando la operatividad de este módulo como componente de soporte esencial para la gestión documental digital.

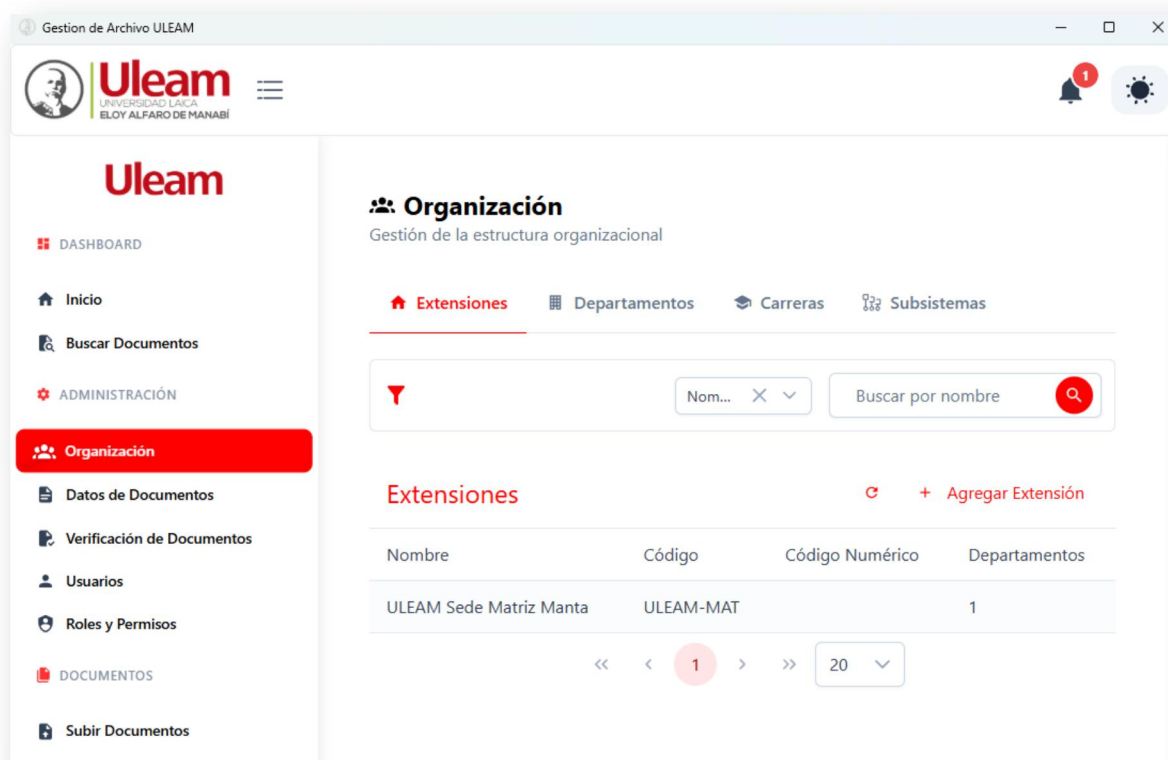


Ilustración 30 Menú de administración, gestión de organización, departamentos, carreras y subsistemas.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP búsqueda de archivos subidos por el usuario.

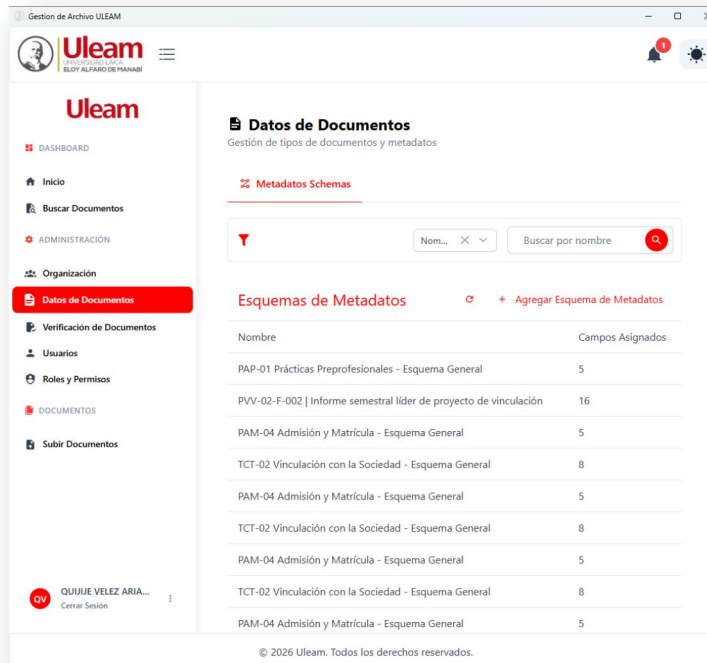


Ilustración 31 Menú de administración, gestión de todos los tipos de datos subidos y sus campos asignados.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP datos de documentos subidos.

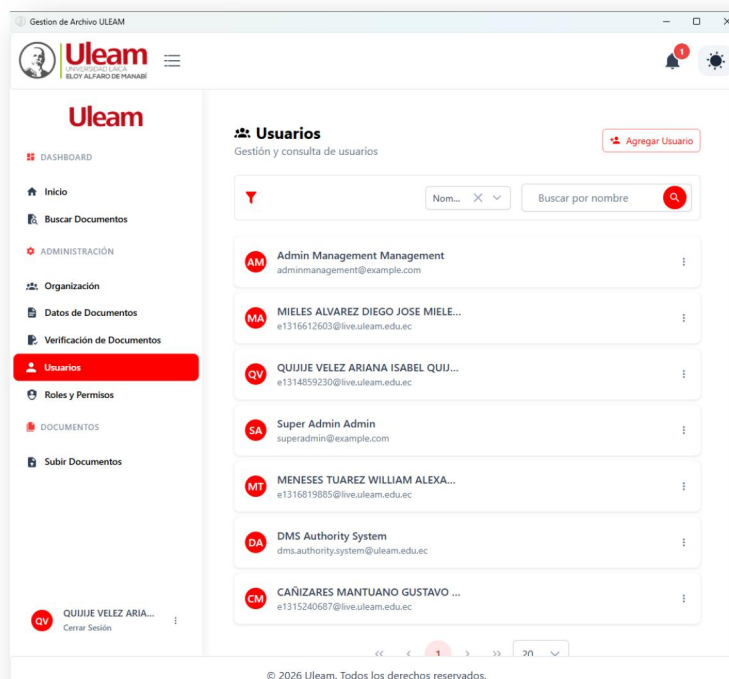


Ilustración 32 Menú de administración, vista de usuarios actuales y gestión de estos.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP vista de usuarios (desde un admin).

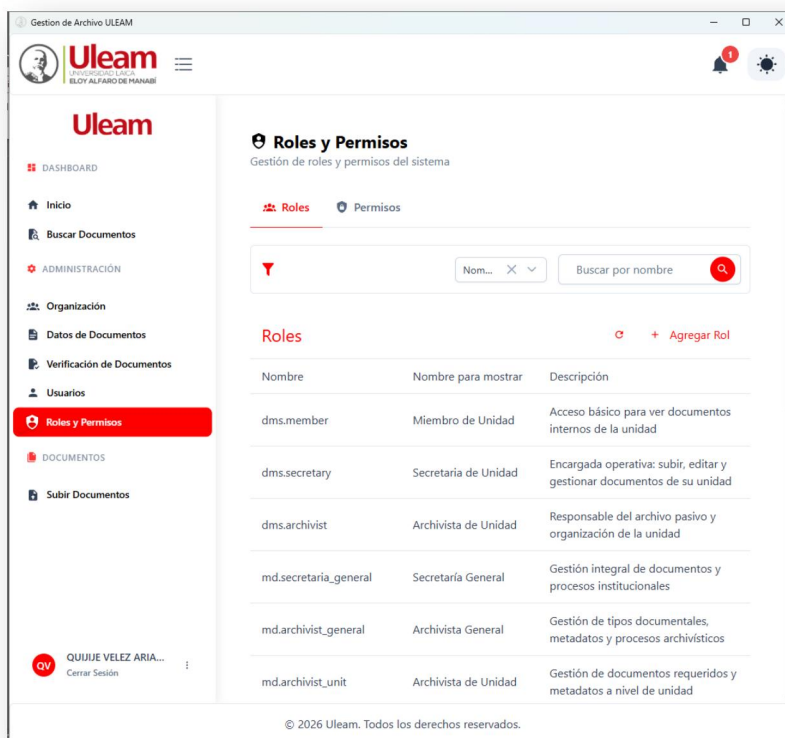


Ilustración 33 Menú de administración, gestión de roles de los usuarios.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP vista de roles (desde un admin).

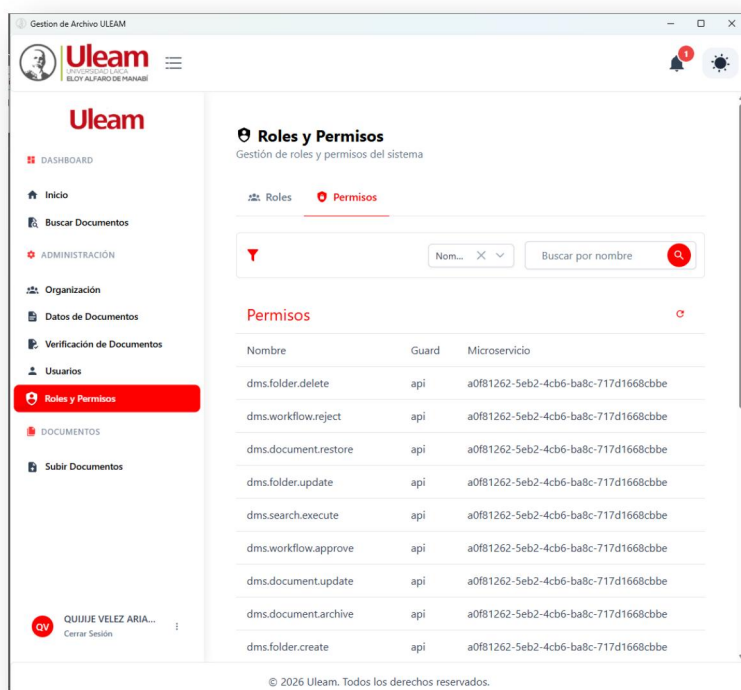


Ilustración 34 Menú de administración, gestión de permisos a los usuarios del MVP.

Fuente: Elaboración propia, pantalla dentro del MVP vista de permisos (desde un admin).

4.13. Uso de contenedores para despliegue y pruebas

Con el fin de encapsular cada elemento de la solución y sus dependencias, se utilizó Docker y Docker Compose para incluir contenedores en la arquitectura técnica del sistema. Esta perspectiva posibilita determinar un ambiente de ejecución controlado, lo que disminuye las incoherencias entre los diferentes escenarios de desarrollo y despliegue.

Al permitir la ejecución simultánea y organizada de los servicios sin requerir configuraciones complejas adicionales, el tener en contenedores los microservicios simplifica la implementación del sistema y la realización de pruebas de integración. Esta cuestión es particularmente importante en el contexto del proyecto porque el sistema fue diseñado y validado como un Producto Mínimo Viable (MVP)

Adicionalmente, el uso de contenedores contribuye a la portabilidad y sostenibilidad de la solución, estableciendo una base técnica que permite su replicación, evaluación y eventual adopción en entornos institucionales más amplios.

5. CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Introducción

El presente capítulo tiene como finalidad evaluar los resultados obtenidos a partir del desarrollo e implementación del sistema de gestión documental propuesto, así como analizar su impacto en relación con los objetivos planteados en la investigación. A partir del diagnóstico realizado en los capítulos anteriores y del diseño e implementación del sistema descrito en el Marco Propositivo, se procede a valorar el cumplimiento funcional, técnico y operativo del Producto Mínimo Viable (MVP).

Este capítulo cierra el proceso investigativo conectando los resultados empíricos obtenidos en el Capítulo III, la solución técnica diseñada en el Capítulo IV y los objetivos definidos desde el planteamiento del problema. Asimismo, se presentan las conclusiones derivadas del trabajo realizado y se formulan recomendaciones orientadas tanto a la mejora del sistema como a su futura ampliación dentro del contexto institucional.

5.2. Validación funcional y trazabilidad de requisitos

La validación funcional del sistema se llevó a cabo de acuerdo con los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos en la sección sobre Ingeniería de Requisitos. Para eso, se comprobó que todos los elementos que se implementaron en el MVP satisfacían las funciones básicas propuestas para la administración de documentación institucional.

El sistema posibilita el comienzo de sesión a través de credenciales institucionales, así como la asignación de roles claramente definidos (estudiante, docente,

personal administrativo y administrador) en lo que respecta a control de acceso y autenticación. Esta funcionalidad es una respuesta directa a los problemas detectados en el diagnóstico, que mostraron la ausencia de control y seguimiento en el acceso a documentos físicos.

Respecto a la gestión documental, el Document Service permitió validar los siguientes aspectos clave:

- Registro y carga de documentos digitalizados desde la aplicación de escritorio.
- Asociación de documentos a una estructura organizacional (facultad, carrera y dependencia).
- Gestión de metadatos documentales configurables según el tipo de documento.
- Control de estados documentales (registrado, en revisión, validado y archivado).
- Búsqueda y consulta de documentos mediante criterios estructurados y controlados por permisos.

La trazabilidad se garantiza mediante el registro de acciones realizadas por los usuarios, lo cual representa una mejora significativa frente al sistema tradicional basado en archivos físicos, donde no existe un historial claro de accesos, modificaciones o validaciones.

En conjunto, la validación funcional confirma que el MVP cumple con los requisitos esenciales definidos en la investigación, demostrando la viabilidad técnica y operativa de la propuesta.

5.3. Análisis del impacto operativo del sistema propuesto

5.3.1. De la gestión reactiva a la trazabilidad digital

Uno de los descubrimientos más relevantes del diagnóstico inicial fue que la administración de documentos en la facultad se llevaba a cabo de manera reactiva, dependiendo tanto de la disponibilidad del personal como del estado físico de los archivos. Esta circunstancia ocasionaba que los usuarios tuvieran una experiencia negativa, así como demoras y extravíos de documentos.

La implementación del sistema sugerido muestra una transición hacia un modelo de trazabilidad digital, en el que cada documento tiene un registro organizado desde su entrada hasta su validación y consulta. Los procesos de búsqueda y recuperación se vuelven más veloces, predecibles y auditable al emplear metadatos, estados documentales y control de accesos.

Este cambio no solo impacta a nivel tecnológico, sino también organizativo, ya que establece un marco claro para la gestión de documentos y reduce la dependencia del conocimiento tácito del personal administrativo.

5.3.2. Mitigación de la entropía comunicacional

La entropía comunicacional, entendida como la pérdida de información, desorden y ambigüedad en los procesos documentales, fue uno de los problemas más recurrentes identificados en las encuestas. La falta de un sistema centralizado provocaba inconsistencias en los tiempos de respuesta, duplicidad de esfuerzos y confusión sobre el estado de los trámites.

El sistema desarrollado contribuye a mitigar esta problemática mediante:

- Centralización de la información documental.
- Estandarización de tipos documentales y metadatos.

- Disponibilidad de información en tiempo real sobre el estado de los documentos.

Aunque el sistema se presenta como un MVP, los resultados evidencian una reducción significativa de la incertidumbre asociada a la localización y gestión de documentos, lo que impacta positivamente en la eficiencia de los procesos académicos y administrativos.

5.4. Verificación de objetivos y alcance del MVP

El objetivo general de la investigación fue desarrollar una plataforma integral para la digitalización, autenticación, almacenamiento y consulta segura de documentos mediante una arquitectura basada en microservicios. A partir de los resultados obtenidos, se puede afirmar que dicho objetivo fue cumplido dentro del alcance definido para el MVP.

Los objetivos específicos relacionados con la implementación de microservicios, el uso de una aplicación de escritorio y la Contenerización del sistema fueron alcanzados, validando la arquitectura propuesta y su coherencia con las necesidades institucionales.

Sin embargo, es importante destacar que el proyecto fue deliberadamente acotado a un Producto Mínimo Viable, cuyo objetivo era comprobar la viabilidad técnica y funcional del sistema. A pesar de que las funcionalidades avanzadas, como la firma electrónica, la interoperabilidad con otros sistemas institucionales o la digitalización masiva de archivos históricos, no fueron incluidas en esta etapa, se reconocen como caminos definidos para el futuro.

5.5. Conclusiones

El desarrollo de la plataforma digital base permitió cumplir con el objetivo general planteado, al implementar un entorno funcional para la digitalización, autenticación, almacenamiento y consulta de documentos académicos y administrativos en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología. El sistema desarrollado posibilita que los documentos sean cargados junto con su información contextual, manteniendo una estructura organizada que facilita su recuperación posterior.

En relación con el primer objetivo específico, se logró construir una aplicación de escritorio que permite a los usuarios autenticarse, cargar documentos previamente digitalizados, registrar metadatos básicos y realizar consultas simples dentro del repositorio. Aunque las funcionalidades implementadas corresponden a un Producto Mínimo Viable, el sistema demuestra que es posible centralizar el manejo documental en una interfaz accesible y controlada.

Respecto al segundo objetivo específico, se implementaron microservicios diferenciados para la autenticación, la gestión documental y el almacenamiento de metadatos y archivos. La utilización combinada de una base de datos relacional y una base multimodelo permitió representar tanto la estructura organizativa institucional como las relaciones entre procesos y documentos. Esta separación de responsabilidades facilita el mantenimiento del sistema y deja abierta la posibilidad de ampliaciones futuras sin comprometer el núcleo ya desarrollado.

En cuanto al tercer objetivo específico, se logró la orquestación de los servicios mediante Docker y Docker Compose, permitiendo que el sistema pueda desplegarse de manera reproducible en distintos entornos. Esta configuración no solo simplifica la instalación, sino que establece una base técnica coherente para su posible escalabilidad dentro de la universidad.

Finalmente, se concluye que la propuesta desarrollada constituye una base funcional sólida para la gestión documental institucional. No se trata de un sistema completamente maduro ni definitivo, sino de una plataforma inicial que valida la viabilidad técnica del enfoque adoptado y sienta las bases para futuras mejoras en seguridad, automatización y control documental.

5.6. Recomendaciones

Aunque el desarrollo se alineó a normativas institucionales y estándares documentales (como la codificación de la ULEAM), se recomienda para futuras iteraciones la definición e implementación de lógicas de negocio mucho más precisas. Por causa de las restricciones temporales del proyecto, no se logró aplicar todos los parámetros de control fino, como tablas automatizadas para la retención de documentos, flujos para el expurgo o reglas complejas para heredar permisos. Es imperativo que el desarrollo futuro se centre no tanto en la infraestructura (ya resuelta), sino en traducir la normativa archivística en reglas de validación de software estrictas.

Dada la complejidad que se ha mostrado en la orquestación de microservicios, es aconsejable analizar estrategias de implementación que mejoren el uso de recursos en ambientes productivos limitados (VPS). La arquitectura actual es adecuada para ambientes de alta demanda, pero en las primeras etapas de adopción institucional podría ser ventajoso emplear patrones de despliegue más simples o agrupar servicios no esenciales, con el objetivo de equilibrar la pureza arquitectónica y la eficacia económica y operativa del servidor.

6. Bibliografía

- Abrahamsson, P., Conboy, K., & Wang, X. (2017). Lots Done, More to Do: The Current State of Agile Methods. En *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming* (págs. 1-19). Springer.
- Amazon Web Services. (2023). *Implementing Microservices on AWS*.
- Amazon Web Services. (2024). *Cloud design patterns, architectures, and implementations*.
- Amazon Web Services. (2024). *Optimización y buenas prácticas de Apache Spark en EMR*.
- Apache Software Foundation. (2025). *Apache Spark Overview*.
- Arias Guadalupe, J. I. (Febrero de 2017).
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6158>. Obtenido de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6158>:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6158/1/20T00812.pdf>
- AWS Marketplace. (2024). *Securing traffic between your microservices with zero-trust and mutual TLS*.
- AWS Whitepaper Team. (2023). *Observability in microservices architectures*.
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., . . . Thomas, D. (2001). *Manifiesto Ágil para el desarrollo de software*.
- Carranza Hernández, S. N. (Junio de 2014).
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5956>. Obtenido de
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5956>:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5956/CARRANZA_SAMMY_IMPLEMENTACION_SISTEMA_DE_INFORMACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cases, E. F. (11 de Junio de 2014). *ibrugor*. Obtenido de ibrugor:
<http://www.ibrugor.com/blog/apache-http-server-que-es-como-funciona-y-para-que-sirve/>
- Celery Project. (2025). *Introducción a Celery*.
- Celery Project. (2025). *Optimización y escalabilidad en Celery*.
- Celery Project. (2025). *Primeros pasos con Celery*.
- Di Gregorio, F., & Varrazzo, D. (s.f.). *Initd*. Obtenido de Initd:
<http://initd.org/psycopg/docs/install.html>
- DocuWare. (2024). *¿Qué es la Gestión Documental?* Obtenido de
<https://start.docuware.com/es/blog/que-es-la-gestion-documental>

- Dollar, C. (1999). Authenticity as a Requirement of Preserving Digital Data and Records. *IASSIST Quarterly*, 15. Obtenido de <https://iassistquarterly.com/index.php/iassist/article/view/578/570>
- FastAPI Contributors. (2025). *FastAPI - The high performance web framework for building APIs with Python 3.7+*.
- Flanagan, D. (2006). *JavaScript: the definitive guide*. Estados Unidos de America: O'Reilly Media, Inc.
- Folderit. (2022). *Understanding the Digitization of Historical Documents*. Obtenido de <https://www.folderit.com/blog/understanding-the-digitization-of-historical-documents>
- Github. (08 de Marzo de 2013). *Fsix.github*. Obtenido de *Fsix.github*: <https://fsix.github.io/mnist/Deskewing.html>
- Gouillart, E. (s.f.). *Scipy*. Obtenido de Scipy: <https://www.scipy-lectures.org/packages/scikit-image/>
- Gutiérrez, R., Frydson, M. F., & Vintimilla, B. (11 de Noviembre de 2011). <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19074?mode=full>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19074?mode=full>: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19074?mode=full>
- Hedstrom, M. (2006). The “Old Version Flickers More”: Digital Preservation from the User’s Perspective. *The American Archivist*, 69, 159-187.
- Hoffstaetter, S., Bochi, J., Lee, M., Kistner, L., Mitchell, R., & Cecchini, E. (11 de Mayo de 2018). *github*. Obtenido de github: <https://github.com/madmaze/pytesseract>
- ISACA. (2019). *COBIT 2019 Framework – A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT*. Obtenido de <https://www.isaca.org/resources/cobit>
- ISO/IEC JTC 1/SC 11. (2001). *ISO 15489-1:2001 – Information and documentation – Records management*. Obtenido de https://www.uma.es/media/tinyimages/file/ISO_15489.1.pdf
- Javier Eguíluz Pérez. (Julio de 2009). *Introducción a CSS*. Obtenido de <http://www.librosweb.es/css/index.html>.
- Jenkinson, S. (1937). *A Manual of Archive Administration* (2 ed.). Percy Lund, Humphries & Co.
- Jetbrains. (2017). *jetbrains*. Obtenido de jetbrains: <https://www.jetbrains.com/help/pycharm/2017.1/pycharm-2017.1-help.pdf>
- Johnson, J. (10 de Noviembre de 2014). *opencv*. Obtenido de opencv: https://docs.opencv.org/3.0-beta/doc/py_tutorials/py_setup/py_intro/py_intro.html#intro

- José Luis Chiquete Valdivieso. (2018). *Pythonista*. Obtenido de Pythonista: <https://pythonista.io/cursos/py201/introduccion-a-jinja-2>
- Json. (08 de Mayo de 2000). *Json*. Obtenido de Json: <https://www.json.org/json-es.html>
- KYOCERA Document Solutions España S.A. (2025). *La gestión documental. Definición, conceptos clave e importancia*. Obtenido de <https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/business-challenges/paperless/la-gestion-documental-definicion-conceptos-clave-e-importancia-en-la-actualidad.html>
- Laravel Global Development Team. (2025). *Laravel 12 Changelog – New encrypt() and decrypt() String Helpers*.
- Laravel Global Development Team. (2025). *Laravel 12 Release Notes*.
- Laravel Global Development Team. (2025). *Laravel Passport – API authentication using OAuth2 server*.
- Laravel Global Development Team. (2025). *Upgrade Guide for Laravel 12 from 11.x*.
- Leines-Vite, L., Pérez-Arriaga, J., & Limón, X. (2021). *Information and communication security mechanisms for microservices-based systems: A systematic literature review*. Obtenido de <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.01218>
- Mario Araque. (8 de Febrero de 2017). *wearemarketing*. Obtenido de wearemarketing: <https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>
- Microsoft Corporation. (2022). *Resiliency and high availability in microservices*.
- Microsoft Corporation. (2023). *Distributed data management in microservices*.
- Microsoft Corporation. (2024). *Observability in microservices: trace context and distributed tracing*.
- Microsoft Corporation. (2025). *Microservices architecture style*.
- Narbona Sarria, M. (2006). *Esquema de clasificación para la gestión documental de las tecnologías de la información en la Junta de Andalucía*. Obtenido de https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/dam/jcr%3Abe3ea336-c5a2-4e7c-993a-4cdcf4ec266/esquema_de_clasificacion.pdf
- Narváez Velásquez, C. F., & Cano Barragán, M. (22 de Septiembre de 2017). <http://red.uao.edu.co/handle/10614/9864>. Obtenido de <http://red.uao.edu.co/handle/10614/9864>: <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/9864/1/T07532.pdf>
- pgAudit contributors. (2025). *pgAudit: PostgreSQL Audit Extension*.

- PostgreSQL. (2017). *PostgreSQL*. Obtenido de PostgreSQL:
<https://www.postgresql.org/files/documentation/pdf/9.2/postgresql-9.2-US.pdf>
- PostgreSQL Global Development Group. (2025). *Concurrency Control and MVCC in PostgreSQL (Chapter 13)*. Obtenido de
<https://www.postgresql.org/docs/current/mvcc-intro.html>
- Python for Beginners. (11 de Febrero de 2013). *pythonforbeginners*. Obtenido de pythonforbeginners:
<https://www.pythonforbeginners.com/requests/using-requests-in-python>
- Pythonware. (s.f.). *Pythonware*. Obtenido de Pthonware:
<http://www.pythonware.com/products/pil/>
- Rajput, N. (2025). *Tauri: The Lightweight Framework That's Quietly Replacing Electron*.
- Readthedocs. (2018). *flask-socketio.readthedocs*. Obtenido de flask-socketio.readthedocs: <https://flask-socketio.readthedocs.io/en/latest/>
- Rossum Guido van. (Septiembre de 2009). *Python*. Obtenido de Python:
<http://docs.python.org.ar/tutorial/pdfs/TutorialPython2.pdf>
- SCRUMstudy™. (2016). *Scrum*. Obtenido de Scrum:
<http://www.scrum.school/media/pdf-files/SCRUMstudy-SBOK-Guide-2016-spanish.pdf>
- Sergio Guardiola Herrador. (2010). *HTML & CSS Fácil y sencillo*. España: lulu.com. Obtenido de Definicion: <https://definicion.de/html/>
- smallpark.org. (30 de Abril de 2017). *pymotw*. Obtenido de pymotw:
<https://pymotw.com/2/optparse/>
- Spatie. (2025). *Buenas prácticas – Roles vs Permisos*.
- Spatie. (2025). *Spatie Laravel Permission – Asociar usuarios con roles y permisos*.
- Spatie. (2025). *Uso avanzado – Caché en Laravel Permission*.
- Spatie. (2025). *Uso de múltiples guards en Laravel Permission*.
- Tauri Contributors. (2025). *Tauri: Build smaller, faster, and more secure desktop apps*.
- Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Departamento de Gestión de Aseguramiento de la Calidad. (2023). *Guía para la Gestión Documental y Procedimientos Archivísticos*. Obtenido de
<https://departamentos.uleam.edu.ec/gestion-aseguramiento-calidad/files/2023/01/PDA-02-G-001-Guia-Gestion-Documental-y-Procedimientos-Archivisticos.pdf>

- Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Departamento de Gestión de Aseguramiento de la Calidad. (2025). *Subsistema de Formación Académica*. Obtenido de <https://departamentos.uleam.edu.ec/gestion-aseguramiento-calidad/subsistema-de-formacion-academica-2/>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (2007). Del Manifiesto Ágil sus Valores y Principios. *Scientia et technica*, 381.
- Uniwebsidad. (2006). *Uniwebsidad*. Obtenido de Uniwebsidad: <https://uniwebsidad.com/libros/python/capitulo-10/modulos-de-sistema>
- Vargas Gonzalez, J. (2016). *repository.ucc.edu.co*. Obtenido de repository.ucc.edu.co: <http://repository.ucc.edu.co/bitstream/ucc/289/1/PROTOCOLO%20TRABAJOS%20DE%20GRADO.pdf>
- Villamor, J., Picki, S., & Gil, J. (2014). *IT*. Obtenido de IT: http://www.it.uc3m.es/mcfp/docencia/si/material/1_cli-ser_mcfp.pdf
- Wikipedia. (20 de Noviembre de 2017). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/NumPy>
- Wikipedia. (16 de Mayo de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Selenium>
- Wikipedia. (7 de Febrero de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Plataforma_\(informática\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Plataforma_(informática))
- Zaharia, M. (2023). *Declaraciones sobre el impacto de Apache Spark en Big Data*.