

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE
SISTEMAS**



TESIS

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE
TESIS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. MELISSA BRIGGITTE ESPEJO FRANCO

Br. JUAN CARLOS CONDORI LOPEZ

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INFORMÁTICO Y DE
SISTEMAS**

ASESOR:

Dr. JAVIER ARTURO ROZAS HUACHO

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor JAVIER ARTURO POZAS HUACHO
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: SISTEMA DE INFORMACION PARA LA GESTION
DE PROYECTOS DE TESIS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
INFORMATICA Y DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO

Presentado por: MELISSA BRIGGITE ESPEJO FRANCO DNI N° 72021592.....;
presentado por: JUAN CARLOS CONDORE LOPEZ DNI N°: 73880073.....
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO INFORMATICO
Y DE SISTEMAS

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 01 de JULIO de 2026


Firma

Post firma JAVIER ARTURO POZAS HUACHO

Nro. de DNI 23847232

ORCID del Asesor 0000-0003-3080-1530

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:600845858

Juan Carlos - Melissa CONDORI - ESPEJO

Tesis CONDORI LOPEZ - ESPEJO FRANCO - Final.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:600845858

Fecha de entrega

17 jun 2026, 7:20 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 jun 2026, 7:27 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

Tesis CONDORI LOPEZ - ESPEJO FRANCO - Final.pdf

Tamaño del archivo

5.7 MB

282 páginas

42.404 palabras

258.754 caracteres

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)
- Trabajos entregados

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

*A mi mamá, por su amor infinito, su fortaleza y
por enseñarme a seguir adelante incluso
cuando todo parecía difícil.*

A mi hermana, por iluminar cada momento.

*A mi tío Walter, porque su confianza ha sido
uno de mis mayores motores para no rendirme.*

*A la memoria de mi papá Betito, quien vive en
mi corazón.*

Melissa

*A mis padres, por su constante orientación y
por impulsarme a culminar esta etapa,
contribuyendo así al logro de este objetivo.*

Juan Carlos

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestra profunda gratitud a quienes hicieron posible la culminación de este proyecto.

Al Dr. Javier Arturo Rozas Huacho, por su invaluable guía y apoyo constante. Agradecemos su disposición para compartir sus conocimientos, así como la paciencia y orientación que nos brindó en cada etapa de esta investigación.

Al Sr. Rimber, por su excelente actitud y el tiempo que nos dedicó. Su dominio sobre el flujo del sistema y la documentación facilitada fueron piezas clave para comprender los procesos y llevar a cabo este trabajo con éxito.

Finalmente, un agradecimiento especial a todos nuestros familiares.

Resumen

El presente trabajo aborda la problemática observable en la gestión del proceso de tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la UNSAAC, verificable a partir de la experiencia directa como estudiantes y del análisis del reglamento de grados y títulos vigente. Dicha problemática se manifiesta en la falta de comunicación oportuna entre los actores involucrados, retrasos en las etapas de revisión y dictamen, alta dependencia de la presencialidad y errores recurrentes en la generación manual de documentos administrativos. Estas deficiencias generan demoras, reprocesos y desmotivación en los tesisas, afectando la culminación del proceso de titulación.

Ante esta situación, el objetivo general fue desarrollar e implementar un sistema de información web que permita optimizar el seguimiento de los procesos administrativos de tesis, controlar los tiempos de revisión y minimizar errores en la gestión documental. El sistema abarca las cuatro etapas principales del proceso: inscripción del plan de tesis, nombramiento de dictaminantes, dictamen final, y nombramiento de jurado con definición de fecha, hora y lugar de sustentación. Para el desarrollo se empleó una metodología ágil basada en Scrum, utilizando Angular, Bun.js, PostgreSQL, AWS y MailerSend, con despliegue mediante contenedores Docker.

Los resultados demuestran que el sistema mejora la gestión integral del proceso al centralizar y automatizar los flujos de trabajo, habilitar notificaciones oportunas y automatizar la generación de documentos administrativos, reduciendo significativamente la dependencia de procedimientos manuales y favoreciendo una administración académica más eficiente y digitalizada.

Palabras clave: Sistema de información, Gestión de tesis, Automatización documental, Metodología ágil, Aplicación web

Abstract

This work addresses the observable deficiencies in the thesis management process at the Professional School of Computer and Systems Engineering of UNSAAC, verifiable through direct experience as students of the school and through the analysis of the current degree regulations. These deficiencies manifest as lack of timely communication among stakeholders, delays in the review and opinion stages, excessive dependency on in-person procedures, and recurring errors in the manual generation of administrative documents. Such shortcomings result in delays, rework, and demotivation among thesis students, directly affecting the completion of the degree process.

In response, the general objective was to develop and implement a web-based information system to optimize the monitoring of thesis administrative processes, control review timelines, and minimize errors in document management. The system covers the four main stages of the process: thesis plan enrollment, appointment of reviewers, final opinion, and appointment of the examination board including the definition of the date, time, and venue of the thesis defense.

The system was developed using an agile Scrum-based methodology, with Angular, Bun.js, PostgreSQL, AWS, and MailerSend, deployed using Docker containers.

The results demonstrate that the system improves the overall management of the thesis process by centralizing and automating workflows, enabling timely notifications, and automating the generation of administrative documents, significantly reducing dependency on manual procedures and promoting a more efficient and digitalized academic administration.

Keywords: Information system, Thesis management, Document automation, Agile methodology, Web application.

Introducción

La gestión administrativa del proceso de tesis representa una de las etapas más complejas dentro del ciclo de formación profesional universitaria. En la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco (UNSAAC), dicho proceso comprende una serie de etapas secuenciales —inscripción del plan de tesis, nombramiento de dictaminantes, dictamen final y nombramiento de jurado con definición de fecha, hora y lugar de sustentación— que involucran a múltiples actores: estudiantes, docentes revisores, dictaminantes, personal administrativo y autoridades académicas.

Sin embargo, este proceso se ha venido desarrollando de manera predominantemente manual y presencial, lo que ha generado una serie de dificultades recurrentes: falta de comunicación oportuna sobre observaciones en los documentos presentados, retrasos en las etapas de revisión y dictamen por la alta carga laboral de los docentes, necesidad de seguimiento presencial constante por parte de los estudiantes, y errores humanos en la generación de documentos administrativos como resoluciones, los cuales obligan a rehacer trámites ya concluidos. Estas deficiencias afectan directamente la motivación de los estudiantes y prolongan innecesariamente los tiempos de titulación.

Frente a esta problemática, el presente trabajo propone el desarrollo e implementación de un sistema de información web orientado a digitalizar, centralizar y automatizar los procesos administrativos de gestión de tesis. La solución tecnológica desarrollada integra módulos de registro y seguimiento de expedientes, notificaciones automáticas, flujos de trabajo digitales y generación automatizada de documentos, con el fin de reducir la dependencia de procedimientos manuales y mejorar la coordinación entre todos los actores del proceso.

El documento se encuentra organizado en cuatro capítulos. El Capítulo 1 presenta los aspectos generales de la investigación, incluyendo el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos y la metodología empleada. El Capítulo 2 desarrolla el marco teórico, abordando los antecedentes, fundamentos conceptuales y las tecnologías utilizadas. El Capítulo 3 describe el modelado, diseño e implementación del sistema, detallando los requisitos, los diagramas de procesos, la arquitectura y las pruebas realizadas. Finalmente, el Capítulo 4 presenta los resultados obtenidos y la validación de los objetivos específicos, seguido de las conclusiones y recomendaciones derivadas del trabajo

Listado de abreviaturas

Abreviatura	Descripción
UNSAAC	Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco
EPIIS	Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas
SI	Sistema de Información
BD	Base de Datos
API	Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)
REST	Representational State Transfer
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
JS	JavaScript
AWS	Amazon Web Services
S3	Simple Storage Service
SPA	Single Page Application

ORM	Object-Relational Mapping
BPMN	Business Process Model and Notation
UML	Unified Modeling Language
RF	Requisito Funcional
RNF	Requisito No Funcional
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
JWT	JSON Web Token
JSON	JavaScript Object Notation
UI	User Interface (Interfaz de Usuario)
UX	User Experience (Experiencia de Usuario)

Índice General

Dedicatoria	II
Agradecimientos	II
Resumen.....	III
Abstract	IV
Introducción	V
Listado de abreviaturas	VII
Índice General	IIX
Índice de Figuras.....	XVIII
Índice de tablas	XXIII
1. Aspectos Generales	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Descripción del Problema	1
1.1.2. Identificación del Problema	2
1.1.3. Formulación del Problema.....	4
1.2. Justificación	4
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6

1.4.	Alcances y Limitaciones	7
1.4.1.	Alcances	7
1.4.2.	Limitaciones.....	8
1.5.	Metodología	9
2.	Marco Teórico.....	12
2.1.	Antecedentes	12
2.1.1.	Antecedentes Nacionales	12
2.1.2.	Antecedentes Internacionales.....	16
2.2.	Fundamentos teóricos	20
2.2.1	Metodologías Ágiles de Desarrollo de Software	20
2.2.2.	Gestión Académica	21
2.2.3.	Sistema de información.....	22
2.2.4.	Proceso de Gestión de tesis.....	23
2.3.	Computación en la nube y almacenamiento de documentos	25
2.4.	Tecnologías de Desarrollo del Sistema Web	25
2.4.1	Backend: Bun.js	25
2.4.2.	Frontend: Angular	26
2.4.3.	Base de datos: PostgreSQL	27
2.4.4.	Almacenamiento en la nube: Amazon Web Services (AWS)	27
2.4.5.	Herramientas de mensajería: MailerSend	28

2.5.	Herramientas de despliegue	28
2.5.1.	Docker: Plataforma de Containerización	29
2.6.	Estado del arte.....	30
3.	Desarrollo del sistema.....	32
3.1	Introducción	32
3.2	Sprint 0: Análisis, Diseño e Inception	33
3.2.1	Agile Inception.....	33
3.2.2	Levantamiento de Requisitos	34
3.2.3	Modelado de Procesos del Sistema (BPMN).....	43
3.2.4	Casos de Uso - Versión Inicial.....	61
	Fase 1: Inscripción de plan de tesis.....	61
	Fase 2: Nombramiento de dictaminantes	70
	Fase 3: Dictamen final	76
	Fase 4: Nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación	80
3.2.5.	Diseño de interfaz de Usuario.....	85
3.2.6.	Diseño de base de datos	87
3.2.7.	Casos de Prueba	90
3.3	Sprint 1.....	92
3.3.1.	Implementación del Backend - Etapa 1	92
3.3.2.	Implementación del Frontend - Etapa 1	93

3.3.3.	Casos de prueba - Sprint 2: Base de Datos, Backend y Componentes	97
3.4	Sprint 2.....	99
3.4.1	Generación Automática de Documentos	99
3.4.2.	Flujo de Observaciones - Roles Secretario y Docente.....	100
3.4.3	Integración con Amazon S3.....	100
3.4.4	Casos de prueba - Sprint 3: Roles Secretario y Docente	104
3.5	Sprint 3.....	107
3.5.1	Validaciones en el envío de archivos.....	107
3.5.2	Flujo de correcciones del estudiante	108
3.5.3	Casos de prueba - Sprint 3: Rol estudiante	110
3.6	Sprint 4.....	113
3.6.1.	Creación de las tablas - Etapa 2	113
3.6.2	Implementación del backend - Etapa 2.....	114
3.6.3	Implementación del frontend - Etapa 2.....	114
3.6.4	Casos de prueba	118
3.7	Sprint 5.....	122
3.7.1	Refactorización y redistribución de lógica	122
3.7.2	Casos de prueba	124
3.8	Sprint 6.....	126
3.8.1	Creación de tablas - Etapa 3.....	126

3.8.2 Implementación del backend - Etapa 3.....	127
3.8.3 Implementación del frontend - Etapa 3.....	128
3.8.4 Casos de prueba	130
3.9 Sprint 7.....	133
3.9.1 Sistema de validaciones previas a la Generación de Documentos	133
3.9.2 Mensajes de Error Descriptivos	134
3.9.3 Extensión de Validaciones a Otras Etapas.....	135
3.9.4 Casos de prueba	135
3.10 Sprint 8.....	138
3.10.1 Creación de las tablas - Etapa 4	139
3.10.2 Implementación del Backend - Etapa 4	139
3.10.3 Implementación del Fronted - Etapa 4.....	140
3.10.4 Evolución de Diagramas - Version Final.....	144
3.10.5 Casos de prueba	148
3.11 Sprint 9.....	151
3.11.1 Asignación de docentes replicantes	151
3.11.2 Lógica completa del Día de la sustentación.....	152
3.11.3 Control de firmas del Jurado.....	153
3.11.4 Casos de prueba	157
3.12 Sprint 10.....	161

3.12.1 Modificación de la Base de Datos - Solicitud Valorada	161
3.12.2 Modificación del Backend - Validación de la Solicitud Valorada	162
3.12.3 Modificación del Frontend - Campo de Solicitud Valorada	162
3.12.4 Casos de prueba	164
3.13 Sprint 11	166
3.13.1 Creación de tablas - Notificaciones	166
3.13.2 Sistema de Notificaciones en Plataforma	167
3.13.3 Historial de Seguimiento del Expediente	169
3.13.4 Módulo de Envío de Correos con Sendgrid	170
3.13.5 Casos de prueba	171
3.14 Sprint 12	174
3.14.1 Configuración del Service Worker	175
3.14.2 Web App Manifest	176
3.14.3 Instalación en dispositivos	176
3.14.4 Validación de Lighthouse	177
3.14.5 Casos de prueba	180
3.15 Sprint 13	182
3.15.1 Arquitectura de Despliegue con Docker	182
3.15.2 Configuración del Servidor DigitalOcean	183
3.15.3 Imágenes Docker	184

3.15.4 Verificación del despliegue.....	184
3.15.5 Casos de prueba	185
3.16 Sprint 14.....	187
3.16.1. Alcance y metodológica de las pruebas	187
3.16.2 Errores identificados y correcciones realizadas	188
3.16.4 Casos de prueba	189
3.17 Sprint 15.....	194
3.17.1 Tabla y lógica de Recordatorios (Jobs).....	195
3.17.2 Tabla de variables para Generación de Documentos	196
3.17.3 Casos de prueba	198
3.18 Sprint 16.....	202
3.18.1 Modificación del Backend - Eliminación de Solicitud valorada	202
3.18.2 Modificación del Frontend - Campo del Formulario	203
3.18.3 Casos de prueba	204
3.19 Sprint 17.....	206
3.19.1 Obtención del Certificado SSL/TLS con Let's Encrypt	207
3.19.2 Configuración de Nginx para HTTPS.....	207
3.19.3 Casos de prueba	209
3.20 Sprint 18.....	211
3.20.1 Migración del módulo de Correos a Mailer Send.....	211

3.20.2 Configuración DNS para Autenticación de correos.....	212
3.20.3 Casos de prueba	215
3.21 Sprint 19.....	217
3.21.1 Modificación del Proceso 2 - Asignación del Jurado	217
3.21.2 Modificación del Proceso 3 - Día de la sustentación.....	218
3.21.3 Casos de prueba	219
3.22 Sprint 20.....	222
3.22.1 Diseño del Control de Acceso a Documentos por Rol	223
3.22.2 Implementación del Backend - Acceso a Documentos.....	223
3.22.3 Implementación del Frontend - Vista de Documentos	224
3.22.4 Casos de Prueba	226
3.23 Sprint 21.....	229
3.23.1 Implementación del Backend - Edición de Documentos.....	229
3.23.2 Implementación del Frontend - Interfaz de Edición	230
3.23.3. Casos de prueba	233
3.24 Sprint 22.....	234
3.24.1. Nueva lógica de Habilitación del Cambio de Título.....	235
3.24.2 Modificación del Backend - Lógica de Cambio de Título.....	235
3.24.3 Propagación del Cambio de Título	236
3.24.4 Modificación del Frontend - Campo de Edición del Título.....	237

3.24.5 Casos de prueba	239
3.25 Sprint 23.....	241
3.25.1 Implementación del Backend - Repositorio.....	242
3.25.2 Implementación del Frontend - Vista del Repositorio.....	243
3.25.3 Casos de prueba	244
3.26 Sprint 24.....	247
3.26.1 Errores identificados y correcciones realizadas	247
3.26.2 Resultado final de pruebas	248
3.26.3 Casos de prueba	250
4. Resultados	253
4.1. Introducción	253
4.2. Validación de los Objetivos Específicos.....	254
Conclusiones.....	257
Recomendaciones	259
Referencias.....	260
Anexos	263

Índice de Figuras

Figura 3. 1 Diagrama BPMN de "Inscripcion de plan de tesis".	45
Figura 3. 2. Diagrama BPMN de “Nombramiento de dictaminantes”.	48
Figura 3.3. Diagrama BPMN de “Dictamen Final”.....	50
Figura 3. 4 Diagrama BPMN de “Nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación”.	52
Figura 3. 5 Diagrama de casos de uso de “Inscripción de plan de tesis”.....	62
Figura 3. 6 Diagrama de casos de uso de “Revisar inscripción de plan de tesis”.....	64
Figura 3. 7 Diagrama de casos de uso de “Asignar revisores de plan de tesis”.	66
Figura 3. 8 Diagrama de casos de uso de “Evaluar plan de tesis”.	68
Figura 3. 9 Diagrama de casos de uso de “Generar resolución de aprobación de plan de tesis”.	69
Figura 3. 10 Diagrama de casos de uso de “Solicitar nombramiento de Dictaminantes”.	71
Figura 3. 11 Diagrama de casos de uso de “Revisar solicitud de nombramiento de Dictaminantes”.....	72
Figura 3. 12 Diagrama de casos de uso de “Asignar dictaminantes de tesis”.	74
Figura 3. 13 Diagrama de casos de uso de “Evaluar tesis”.....	76
Figura 3. 14 Diagrama de casos de uso de “Solicitar dictamen final”.....	77
Figura 3. 15 Diagrama de casos de uso de “Solicitud dictamen final”.....	78
Figura 3. 16 Diagrama de casos de uso de “Generar resolución final”.	79
Figura 3. 17 Diagrama de casos de uso de “Solicitar fecha de sustentación y jurado”. ..	80
Figura 3. 18 Diagrama de casos de uso de “Solicitar sustentación”.....	81

Figura 3. 19 Diagrama de casos de uso de “Nombramiento de jurado, fecha y hora de sustentación”.	83
Figura 3. 20 Diagrama de casos de uso de “Generar actas en el día de la sustentación”.	85
Figura 3. 21 Prototipo de login	86
Figura 3. 22 Vista de Inicio/dashboard del estudiante.	86
Figura 3. 23 Vista de Inicio/dashboard del administrador/secretario.	87
Figura 3. 24 Diagrama de diseño de base de datos.	89
Figura 3. 25 Pantalla de login.	94
Figura 3. 26 Pantalla de Inicio/dashboard del estudiante	95
Figura 3. 27 Vista de Inicio/dashboard del administrador/secretario.	96
Figura 3. 28 Vista de administración de usuarios.	96
Figura 3. 29 Código del servicio de aws.	102
Figura 3. 30 Vista del Secretario para revisar y aprobar el plan de tesis.	103
Figura 3. 31 Vista Docente para registrar observaciones del plan de tesis.	103
Figura 3. 32 Vista Docente para aprobar el plan de tesis.	104
Figura 3. 33 Vista del Estudiante para corregir la inscripción de plan de tesis.	109
Figura 3. 34 Vista del Estudiante para corregir la tesis	109
Figura 3. 35 Vista del Estudiante cuando la etapa 1 fue completada.	110
Figura 3. 36 Vista Estudiante para iniciar con la inscripción de asignación de dictaminantes	115
Figura 3. 37 Vista Administrador/Secretario observar/aprobar la asignación de dictaminantes.	116
Figura 3. 38 Vista Secretario para designar dictaminantes.	116

Figura 3. 39 Vista del Docente para registrar observaciones de la tesis.....	117
Figura 3. 40 Vista Docente para aprobar la tesis	117
Figura 3. 41 Vista Estudiante para inscribir/iniciar la solicitud de dictamen final de tesis	128
Figura 3. 42 Vista Secretario/Administrador para observar la solicitud de dictamen final de tesis.....	129
Figura 3. 43 Vista Secretario/Administrador para aprobar la solicitud de dictamen final de tesis.	129
Figura 3. 44 Vista Estudiante para iniciar el nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis	141
Figura 3. 45 Vista Administrador/Secretario para revisar/aprobar el registro de nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis	142
Figura 3. 46 Vista Administrador/Secretario para asignar jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis	143
Figura 3. 47 Diagrama de casos de uso final	145
Figura 3. 48 Diagrama de clases version final.....	147
Figura 3. 49 Vista Administrador/Secretario para asignar jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis	154
Figura 3. 50 Vista del Secretario para iniciar el acta de sustentación.	155
Figura 3. 51 Vista del Docente para firmar el acta de observaciones.....	156
Figura 3. 52 Vista del Secretario para culminar el proceso.	157
Figura 3. 53 Vista del secretario mostrando el indicador de solicitud valorada.....	163
Figura 3. 54 Vista del secretario mostrando todas las notificaciones	168

Figura 3. 55 Vista del estudiante mostrando todas las notificaciones	168
Figura 3. 56 Vista del estudiante mostrando el historial de su tramite	170
Figura 3. 57 Vista del mail recordatorio	171
Figura 3. 58 Vista de como agregar la plataforma en el celular con sistema operativo iOS	178
Figura 3. 59 Vista de la plataforma en la pantalla de inicio	178
Figura 3. 60 Vista de la plataforma en modo responsivo	179
Figura 3. 61 Vista de las nuevas tablas agregadas	197
Figura 3. 62 Vista del mail enviado para alertar al usuario	198
Figura 3. 63 Vista del Secretario aprobando una inscripción sin la solicitud valorada, sin mensajes de error.	204
Figura 3. 64 Código del servicio de mensajería en Bun.js utilizando el SDK de MailerSend.....	214
Figura 3. 65 Vista del Secretario con acceso completo a los documentos de cualquier expediente del sistema.	225
Figura 3. 66 Vista del Estudiante con los documentos de su expediente organizados por etapa del proceso	225
Figura 3. 67 Vista del Secretario con las opciones de edición disponibles para cada documento del expediente.....	231
Figura 3. 68 Modal de reemplazo del archivo de un documento por una versión corregida	232
Figura 3. 69 Modal de confirmación del cambio de título con el título anterior y el nuevo título.	238

Figura 3. 70 Campo de edición del título habilitado tras la coincidencia de ambos revisores en la solicitud de cambio.	238
Figura 3. 71 Modal de confirmación del cambio de título con el título anterior y el nuevo título.	244
Figura 3. 72 Sistema operativo en la URL de producción https://seguimiento-tesis-info-unsaac.work/login	249

Índice de tablas

Tabla 3. 1 Tabla de requisitos funcionales para la fase "Inscripción de plan de tesis"	36
Tabla 3. 2 Tabla de requisitos funcionales para la fase Nombramiento de dictaminantes	37
Tabla 3. 3 Tabla de requisitos funcionales para la fase Dictamen Final.....	39
Tabla 3. 4 Tabla de requisitos funcionales para la fase Nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación.....	40
Tabla 3. 5 Tabla de casos de prueba para el sprint 0	90
Tabla 3. 6 Tabla de casos de prueba para el sprint 1	97
Tabla 3. 7 Tabla de casos de prueba para el sprint 2	104
Tabla 3. 8 Tabla de casos de prueba para el sprint 3	110
Tabla 3. 9 Tabla de casos de prueba para el sprint 4	118
Tabla 3. 10 Tabla de comparación del sprint anterior con el actual	123
Tabla 3. 11 Tabla de casos de prueba para el sprint 5	124
Tabla 3. 12 Tabla de casos de prueba para el sprint 6	130
Tabla 3. 13 Tabla de casos de prueba para el sprint 7	135
Tabla 3. 14 Tabla de casos de prueba del sprint 8	148
Tabla 3. 15 Tabla de casos de prueba del sprint 9	157
Tabla 3. 16 Tabla de casos de prueba del sprint 10	164
Tabla 3. 17 Tabla de casos de prueba del sprint 11	171
Tabla 3. 18 Tabla de casos de prueba del sprint 12	180
Tabla 3. 19 Tabla de casos de prueba del sprint 13	185

Tabla 3. 20	Tabla de casos de prueba del sprint 14	189
Tabla 3. 21	Tabla de casos de prueba del sprint 15	198
Tabla 3. 22	Tabla de casos de prueba del sprint 16	204
Tabla 3. 23	Tabla de casos de prueba del sprint 17	209
Tabla 3. 24	Tabla de casos de prueba del sprint 18	215
Tabla 3. 25	Tabla de casos de prueba del sprint 19	219
Tabla 3. 26	Tabla de casos de prueba del sprint 20	226
Tabla 3. 27	Tabla de casos de prueba del sprint 21	233
Tabla 3. 28	Tabla de casos de prueba del sprint 22	239
Tabla 3. 29	Tabla de casos de prueba del sprint 23	244
Tabla 3. 30	Tabla de casos de prueba del sprint 24	250

Capítulo 1

Aspectos Generales

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción del Problema

En las distintas escuelas profesionales, el proceso de gestión de tesis —desde la inscripción del plan hasta la sustentación— implica una secuencia de etapas administrativas que, cuando se gestionan de forma manual, presentan dificultades recurrentes y fácilmente identificables. Estas dificultades no son exclusivas de una sola institución, sino que constituyen una problemática generalizada en distintas escuelas profesionales, observable en el propio funcionamiento del proceso.

Desde el inicio del trámite, la ausencia de canales oficiales donde se publiquen los requisitos actualizados obliga al estudiante a acudir presencialmente a las oficinas administrativas para obtener información básica. Esta situación genera pérdidas de tiempo evitables y retrasos desde la primera etapa del proceso.

A medida que avanza el trámite, las dificultades se agravan. En la etapa de revisión del plan de tesis, la alta carga laboral de los docentes encargados provoca que las revisiones se extiendan más allá de los plazos establecidos en el reglamento de grados y títulos. A esto se suma la dependencia del correo institucional como único medio de comunicación formal, canal que presenta limitaciones conocidas —como la saturación de la bandeja de entrada o la no recepción de mensajes— que pueden interrumpir el flujo del proceso y obligar al estudiante a reenviar información o reiniciar etapas ya completadas.

La generación manual de documentos administrativos, como resoluciones de nombramiento o de aprobación, introduce un factor adicional de riesgo. Al depender enteramente de la digitación del personal administrativo, es frecuente que se produzcan errores en datos como nombres, códigos, fechas o títulos. Cada error obliga a rehacer el trámite, gestionar nuevamente firmas y repetir procedimientos ya realizados, lo que incrementa la carga de trabajo tanto para el estudiante como para el personal de la institución.

Esta misma lógica se repite en etapas posteriores, como la del dictamen final, donde la disponibilidad de los docentes dictaminantes sigue siendo un factor limitante. El resultado es un proceso que depende en exceso de la gestión manual, de la disponibilidad de los actores involucrados y del seguimiento constante y presencial por parte del estudiante.

1.1.2. Identificación del Problema

En la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas (EPIIS) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), la problemática descrita se manifiesta de forma concreta y verificable en cada etapa del proceso de tesis.

En la fase de inscripción del plan, la secretaría no dispone de un medio oficial donde se publiquen los requisitos actualizados. Esto obliga al estudiante a acudir personalmente para conocer qué documentos debe presentar, y en muchos casos, las observaciones sobre su expediente tampoco le son comunicadas de manera oportuna, lo que genera demoras desde el inicio mismo del trámite.

Durante la revisión del plan, la carga laboral de los docentes revisores o dejadez de los mismos provoca retrasos que superan los plazos fijados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica (UNSAAC, 2025). La

comunicación entre los actores del proceso depende del correo institucional, cuyas limitaciones — pérdida de mensajes, saturación o no recepción— interrumpen el flujo del trámite y derivan en reprocesos.

En la gestión administrativa, la elaboración manual de resoluciones introduce errores frecuentes en datos como códigos, nombres, fechas o títulos de tesis. Cada error implica rehacer el documento, volver a obtener firmas y repetir etapas ya concluidas, extendiendo el tiempo total del procedimiento más allá de lo razonablemente necesario.

En la etapa de dictamen final, persiste la misma limitación de disponibilidad de los docentes dictaminantes, lo que mantiene la dependencia de la presencialidad del estudiante como único mecanismo efectivo para impulsar el avance del proceso.

A partir de este análisis, se identifican los siguientes problemas: la inexistencia de un canal oficial donde los estudiantes puedan consultar los requisitos vigentes por etapa del proceso; la ausencia de un mecanismo digital de consulta del estado de trámite y de notificación oportuna de observaciones, lo que obliga al estudiante a acercarse personalmente para obtener información de su expediente; el incumplimiento de los plazos de revisión establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos, atribuible a la carga laboral de los docentes revisores y dictaminantes; la deficiencia en el uso del correo electrónico institucional como canal de comunicación, incluyendo pérdida, no recepción o saturación de mensajes; y los errores humanos en la elaboración y generación de documentos administrativos, que ocasionan la repetición de procesos y trámites.

Estas deficiencias no afectan únicamente al estudiante de forma individual, sino que impactan en la eficiencia y la imagen institucional de la escuela. A pesar de que la EPIIS cuenta con acreditación, la diferencia entre el número de egresados y el de titulados es notoria, lo que

evidencia que las barreras administrativas del proceso de tesis constituyen un factor determinante en dicha brecha. Como resultado, los tiempos para culminar la titulación se alargan de manera innecesaria, afectando el desarrollo profesional del estudiante y la calidad de la gestión institucional.

1.1.3. *Formulación del Problema*

a. Problema General

El proceso de gestión de tesis presenta deficiencias relacionadas con la falta de comunicación oportuna, los retrasos en la revisión, la dependencia de procesos manuales y la presencia de errores en la gestión documental, lo que genera demoras, reprocesos y desmotivación en los estudiantes, afectando la culminación del proceso de titulación.

b. Problemas Específicos

- ¿Cómo reducir la falta de comunicación oportuna en la detección de observaciones y errores durante el inicio de los procesos de inscripción del plan de tesis, nombramiento de dictaminantes, dictamen final y nombramiento de jurado, fecha y hora de sustentación?
- ¿De qué forma los retrasos en la revisión por parte de revisores y dictaminantes afectan el desarrollo del proceso de tesis, y cómo optimizar los tiempos de evaluación mediante un módulo de seguimiento?
- ¿Cómo reducir la necesidad de seguimiento presencial por parte de los estudiantes durante el proceso de tesis, mediante una plataforma web centralizada?
- ¿Cómo minimizar los errores en la generación de documentos administrativos para evitar reprocesos dentro del proceso de tesis?

1.2. Justificación

El presente trabajo se justifica en la necesidad de modernizar la gestión del proceso de tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco, el cual actualmente se desarrolla mediante procedimientos fragmentados, con alta dependencia de la presencialidad y con limitaciones en la trazabilidad de la información. Estas condiciones generan dificultades en el seguimiento oportuno de los expedientes, desarticulación en la comunicación entre los actores involucrados y riesgos asociados a la gestión manual de la documentación.

Desde una perspectiva práctica, el desarrollo de un sistema de información orientado a la gestión de proyectos de tesis permitirá estructurar y centralizar los procesos académicos (inscripción de plan de tesis, nombramiento de dictaminadores, observaciones del dictamen, dictamen final y nombramiento de jurado, fecha y hora de sustentación, observaciones de la sustentación) y administrativos, facilitando el acceso a la información, el seguimiento del estado del expediente y la organización de las actividades de revisión y evaluación. La implementación de funcionalidades como el registro automatizado de requisitos, la gestión documental centralizada, las notificaciones y los flujos de trabajo digitales contribuirá a reducir la dependencia de canales informales de comunicación y a mejorar la organización del proceso en su conjunto.

Desde el punto de vista tecnológico, la investigación propone el diseño e implementación de un sistema web basado en principios de ingeniería de software, incorporando modelos de gestión por procesos (workflows) y estructuras de datos centralizadas que permitan garantizar la integridad, disponibilidad y consistencia de la información. Este enfoque no solo responde a las necesidades del contexto institucional, sino que también constituye una aplicación concreta de tecnologías de la información en la optimización de procesos académicos, alineándose con tendencias actuales de transformación digital en entornos universitarios.

En el ámbito teórico-metodológico, el trabajo aporta un modelo de solución basado en la integración de gestión de procesos, gestión documental y sistemas de información, el cual puede ser replicado o adaptado en otras unidades académicas con problemáticas similares. Asimismo, la investigación se enmarca en el desarrollo de software como una forma de investigación aplicada, donde el diseño, construcción e implementación de una solución tecnológica constituyen el principal aporte.

Finalmente, el trabajo tiene relevancia institucional, ya que contribuye a la mejora de los procesos de titulación, fortaleciendo la organización, transparencia y disponibilidad de la información, en beneficio de estudiantes, docentes y personal administrativo.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo General*

Desarrollar e implementar un sistema de información web para la gestión de los procesos administrativos de tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco, que permita optimizar el seguimiento de los procesos, manejo del control de los tiempos de revisión y minimizar errores en la gestión documental.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Diseñar e implementar un sistema de notificaciones que permita informar oportunamente a los usuarios sobre observaciones y errores durante las etapas iniciales de los procesos (inscripción del plan de tesis, nombramiento de dictaminantes, dictamen final y nombramiento de jurado, fecha y hora de sustentación)

- Desarrollar un módulo de registro y seguimiento que permita monitorear el estado de las revisiones, con el fin de optimizar los tiempos en la evaluación por parte de revisores y dictaminadores.
- Implementar una plataforma web que centralice la información del proceso de tesis, reduciendo la necesidad de seguimiento presencial por parte de los estudiantes..
- Automatizar la generación de documentos administrativos, como resoluciones, reportes e informes, con el fin de reducir errores humanos y evitar reprocesos.

1.4. Alcances y Limitaciones

1.4.1. Alcances

La presente investigación tiene como alcance el análisis, diseño e implementación de un sistema web orientado a la gestión de los procesos administrativos de tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco.

El sistema propuesto abarca las principales etapas ideales del proceso de tesis, tales como la inscripción del plan, dictamen y sustentación, permitiendo el registro, seguimiento y control de cada una de ellas dentro de una plataforma centralizada.

Asimismo, la investigación considera la automatización de documentos administrativos, como resoluciones, con el objetivo de reducir errores humanos y reprocesos, así como la implementación de mecanismos de notificación para mejorar la comunicación entre los actores involucrados (estudiantes, dictaminantes, revisores y secretario).

El estudio se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo , orientado a describir y analizar el proceso actual, así como a proponer una solución tecnológica que permita mejorar su gestión. En este sentido, la investigación no contempla la medición de resultados cuantitativos ni la evaluación longitudinal del sistema en un entorno real.

Finalmente, el sistema se desarrolla como una propuesta funcional aplicada al contexto específico de la escuela profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas.

1.4.2. Limitaciones

a. Limitación Espacial

El presente proyecto de investigación abordará la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

b. Limitación Temporal

El cumplimiento del reglamento actual sobre grados y títulos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica (UNSAAC, 2025) es imperativo para garantizar la validez y legitimidad de los procesos académicos.

El presente reglamento, al establecer pautas y criterios claros conforme al Capítulo I (Normas Generales, Art. 2°), asegura la equidad y la calidad en la calificación y seguimiento del proceso de tesis. La evaluación se rige por criterios específicos de ponderación establecidos en el Capítulo III, Subcapítulo II (Art. 30°), que determinan la calidad del trabajo, el dominio del tema y la capacidad de sustentación. Además, su estricto seguimiento promueve la transparencia y la confianza en la universidad, tal como lo dispone el Capítulo V (Art. 55°) sobre la eficacia del silencio administrativo positivo ante el incumplimiento de plazos. Por tanto, adherirse fielmente a dicho reglamento es fundamental para preservar la integridad y el prestigio de la educación

superior, así como para fortalecer el valor de los títulos obtenidos por los estudiantes (UNSAAC, 2025).

Es importante señalar que el presente sistema fue diseñado en concordancia con el reglamento vigente a la fecha de su desarrollo (Art. 1° y 2°, Resolución N° CU-670-2025-UNSAAC). Modificaciones futuras al reglamento podrían requerir ajustes en el sistema.

1.5. Metodología

El tipo de investigación es aplicada, orientada a la resolución de un problema práctico mediante el uso del conocimiento científico. En este caso, la investigación busca atender las deficiencias identificadas en la gestión del proceso de tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la UNSAAC, mediante el desarrollo e implementación de un sistema de información web que digitalice, centralice y automatice los procesos administrativos involucrados.

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo. De acuerdo con Hernández Sampieri (2018), este enfoque se orienta a comprender fenómenos desde la perspectiva de los Incumplimiento de los plazos de revisión establecidos en el Reglamento de Grados y títulos, atribuible a participantes, permitiendo analizar procesos y contextos sin recurrir a mediciones numéricas. En ese sentido, el estudio tiene como propósito analizar las deficiencias del proceso actual de gestión de tesis y plantear una solución tecnológica que contribuya a su mejora.

En cuanto al nivel de investigación, este es descriptivo. Según Hernández Sampieri (2018), el nivel descriptivo permite caracterizar una situación o fenómeno, especificando sus propiedades y componentes. En ese sentido, la presente investigación describe las deficiencias

del proceso de gestión de tesis con el propósito de fundamentar el desarrollo de una solución tecnológica orientada a su mejora.

En cuanto al diseño de la investigación, este es de tipo no experimental y transversal. Según Hernández Sampieri (2018), los estudios no experimentales se caracterizan porque no se manipulan deliberadamente las variables, sino que los fenómenos se observan en su contexto natural para ser analizados. En este caso, el proceso de gestión de tesis es estudiado tal como se desarrolla en la institución, sin introducir modificaciones artificiales sobre su funcionamiento. Asimismo, el diseño es transversal dado que la recolección de información se realiza en un único momento determinado, enfocándose en el estado actual del proceso, sin considerar su evolución a lo largo del tiempo.

El método utilizado es el inductivo, el cual permite partir de la observación de casos particulares para identificar patrones y establecer conclusiones generales. En este contexto, se parte del análisis directo del funcionamiento actual del proceso de gestión de tesis para identificar las deficiencias recurrentes que lo caracterizan (Hernández Sampieri, 2018).

Para la recolección de datos se emplearon la observación directa y el análisis documental. La observación directa permitió identificar las deficiencias del proceso a partir de la experiencia propia vivida como estudiantes de la Escuela Profesional, constatando de primera mano las dificultades que presenta el proceso en su estado actual. El análisis documental se centró en la revisión del reglamento de grados y títulos, los requisitos, formatos y procedimientos establecidos por la institución (Hernández Sampieri, 2018).

Para el desarrollo de la solución tecnológica, se empleó la metodología ágil Scrum, la cual organiza el trabajo en iteraciones denominadas sprints. Esta metodología comprende las

siguientes fases: planificación del sprint, ejecución del desarrollo, revisión del incremento y retrospectiva. Su aplicación permitió gestionar el desarrollo del sistema de manera incremental y adaptativa, asegurando la entrega de funcionalidades operativas en cada iteración.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Cordova Carrascal, E. E. (2020). *Desarrollo de un sistema web de gestión documental para la tesis de la escuela de ingeniería informática de la URP*. Universidad Ricardo Palma, Perú.

- Al culminar el proyecto, con respecto a la implementación del sistema web para la gestión del proceso de tesis de pregrado de la escuela de ingeniería informática, se brinda una herramienta para cumplir con el cronograma del programa de titulación.
- La aplicación web permite la gestión automatizada del proceso de gestión de tesis de la escuela de ingeniería informática, que antes se realizaba de forma manual.
- El sistema proporciona módulos para el registro de los datos de las tesis, adjuntar documentos del plan y borrador de tesis y revisión de actividades realizadas por el profesor y alumno.
- El acceso a la información es rápido, en tiempo real y desde cualquier lugar, visualizando la información de acuerdo con su rol.

Las conclusiones de Córdova Carrascal (2020) aportan a la presente investigación en los ámbitos teórico, metodológico y tecnológico, al evidenciar que la implementación de un sistema web de gestión documental permite optimizar el control, seguimiento y acceso a la información en los procesos de tesis. Desde el enfoque teórico, se refuerzan conceptos como la gestión documental, la automatización de procesos y los sistemas de información, demostrando que el uso de herramientas tecnológicas mejora la organización y trazabilidad de la información. En el ámbito

metodológico, el estudio valida el uso del desarrollo de software como estrategia para resolver problemáticas reales, mediante la implementación de módulos funcionales que estructuran y controlan el proceso de gestión de tesis. Finalmente, desde el punto de vista tecnológico, se evidencia que las aplicaciones web permiten el acceso a la información en tiempo real, la gestión basada en roles y la centralización de datos, contribuyendo a mejorar la eficiencia y efectividad del proceso, lo cual respalda la propuesta planteada en la presente investigación.

Huamán, C (2018). *Sistema web para la gestión de las tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

- Se diagnosticó y evaluó el proceso actual en la gestión de las tesis en la escuela profesional de ingeniería de sistemas e informática de la UNASAM, utilizando anotaciones del proceso actual, entrevistando a los tesisas y revisando el reglamento de grados y títulos de la escuela profesional.
- Los requerimientos se identificaron al diagnosticar y evaluar la gestión de las tesis en la escuela profesional de ingeniería de sistemas e informática de la UNASAM, para el desarrollo de un Sistema Web.
- Se diseñó y desarrolló un sistema web de acuerdo a los requerimientos funcionales y no funcionales en los procesos de negocio identificados, para solucionar los problemas.
- Se redujo la posibilidad de duplicidad de títulos de un 74 % con el desarrollo de un Sistema Web según la encuesta realizada a los tesisas de la escuela profesional de ingeniería de sistemas e informática de la UNASAM.
- La revisión de los avances de tesis es facilitada con el desarrollo de un sistema web, por parte de los asesores en la gestión de las tesis en la escuela profesional de ingeniería de sistemas e informática de la UNASAM.

- Se consiguió incrementar el nivel de interacción entre asesores y tesis en la escuela profesional de ingeniería de sistemas e informática de la UNASAM.

Las conclusiones de Huamán (2018) aportan a la presente investigación en los ámbitos teórico, metodológico y tecnológico, al evidenciar que la implementación de un sistema web mejora significativamente la gestión de tesis. Desde el enfoque teórico, refuerza los conceptos de gestión de procesos académicos, sistemas de información y automatización, demostrando que la digitalización contribuye a reducir problemas como la duplicidad de información y la falta de control en los procesos. En el ámbito metodológico, el estudio aporta al evidenciar la importancia de realizar un diagnóstico previo del proceso actual, identificar requerimientos funcionales y no funcionales, y diseñar una solución basada en las necesidades reales de los usuarios, lo cual sirve como referencia para estructurar adecuadamente la presente investigación.

Finalmente, desde el punto de vista tecnológico, se valida el uso de sistemas web como herramientas efectivas para mejorar la interacción entre los actores involucrados, facilitar la revisión de avances y optimizar la gestión de la información, lo cual respalda la implementación de una solución tecnológica similar en esta investigación.

Cabe precisar que, a diferencia del antecedente citado, la presente investigación no emplea encuestas como instrumento de recolección de datos, dado que la problemática identificada es verificable mediante la observación directa del proceso y el análisis del reglamento institucional vigente.

Capuñay Uceda, O. E. y Antón Pérez, J. M. (2021). *Influencia de SCRUM en los plazos de entrega y rendimiento en los proyectos de las asignaturas de Desarrollo de Software. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, Chiclayo, Peru.

- El estudio determinó que la aplicación de la metodología Scrum influyó positivamente en la reducción del tiempo promedio de entrega de los proyectos de desarrollo de software, facilitando un mayor rendimiento en cada iteración.
- Se evidenció que Scrum permite organizar el trabajo en entregas incrementales y evaluables, lo que favorece la detección temprana de errores y la incorporación de ajustes durante el proceso de desarrollo.
- Los resultados indicaron que los equipos que aplicaron Scrum obtuvieron un mayor porcentaje promedio de avance en sus proyectos en comparación con aquellos que no lo utilizaron.

Las conclusiones de Capuñay Uceda y Antón Pérez (2021) aportan a la presente investigación al evidenciar que la metodología Scrum mejora los tiempos y la calidad del desarrollo de software mediante entregas iterativas. Esto respalda su elección como metodología de desarrollo del sistema de gestión de tesis, dado que permite incorporar retroalimentación de los usuarios en cada sprint y garantizar funcionalidades operativas de manera progresiva.

Quispe Mamani, R. (2019). *Análisis comparativo del desempeño de los sistemas gestores de base de datos: PostgreSQL y MySQL con los datos académicos de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

- El estudio comparó el desempeño de PostgreSQL y MySQL en operaciones de inserción, consulta, actualización y eliminación sobre datos académicos universitarios, concluyendo que PostgreSQL presenta un mejor rendimiento en consultas complejas con múltiples tablas relacionadas.

- Se determinó que PostgreSQL ofrece mayor consistencia transaccional y control de concurrencia gracias a su implementación de MVCC (Multi-Version Concurrency Control), lo que lo hace más adecuado para sistemas con múltiples usuarios simultáneos.
- El análisis indicó que PostgreSQL es una opción robusta para entornos académicos que requieren integridad referencial y soporte para estructuras de datos complejas.

Las conclusiones de Quispe Mamani (2019) aportan a la presente investigación al justificar la elección de PostgreSQL como gestor de base de datos del sistema desarrollado. Dado que el sistema de gestión de tesis involucra múltiples roles de usuario operando de forma simultánea sobre datos interrelacionados, las características de PostgreSQL en cuanto a concurrencia, integridad y rendimiento en consultas complejas resultan determinantes para garantizar la estabilidad y confiabilidad del sistema.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Díaz Y. (2021). *Sistema de gestión documental para la Maestría en Gestión de Información de la Universidad de la Habana, Cuba.*

- La implementación del sistema web de gestión documental para la Escuela de Ingeniería Informática de la Universidad Ricardo Palma permitió mejorar los tiempos en las etapas de revisión de los documentos presentados por los alumnos durante el programa de titulación.
- El sistema automatizó el envío de alertas por correo electrónico y mensaje de texto sobre el estado de los documentos en tiempo real, eliminando la necesidad de seguimiento presencial.

- El sistema centraliza el historial completo de documentos, formatos, asesorías y observaciones registradas en cada etapa de revisión, logrando reducir las actividades repetitivas y la insatisfacción de los estudiantes en el proceso de gestión de tesis.

Este antecedente aporta a la presente investigación en los ámbitos **teórico, metodológico y tecnológico**. Desde el enfoque teórico, refuerza los conceptos de gestión documental, automatización de procesos y sistemas de información aplicados al proceso de tesis. En el ámbito metodológico, valida el desarrollo de software como estrategia para resolver deficiencias reales en la gestión académica, identificando requerimientos funcionales a partir del diagnóstico del proceso actual. Desde el punto de vista tecnológico, evidencia que las aplicaciones web permiten centralizar la información, gestionar roles diferenciados y enviar notificaciones automáticas, elementos que también forman parte de la solución propuesta en la presente investigación.

Soria K. (2020). *Diseño de un sistema de gestión documental para uso interno en la Universidad de Otavalo, Ecuador.*

La investigación concluye que la gestión documental en las instituciones de educación superior constituye una responsabilidad fundamental para el fortalecimiento de sus procesos sustantivos de academia, investigación y extensión universitaria. El diagnóstico realizado en la Universidad de Otavalo evidenció una problemática archivística caracterizada por documentación extraviada, duplicación de documentos y falta de acceso oportuno a la información, originada por la ausencia de un sistema de gestión documental que regulara y legalizara el tratamiento de los documentos institucionales. Como resultado, se diseñó un sistema de gestión documental que incluye lineamientos, normativas, procedimientos estandarizados, formatos para la transferencia

documental y la conformación de un comité de archivo, permitiendo mejorar la organización, control y disponibilidad de la información dentro de la institución.

Este antecedente aporta a la presente investigación en los ámbitos teórico, metodológico y tecnológico. Desde el enfoque teórico, refuerza los conceptos de gestión documental, organización archivística y estandarización de procesos en entornos universitarios, evidenciando que la ausencia de sistemas de gestión genera pérdida de información y reprocesos. En el ámbito metodológico, valida la importancia de realizar un diagnóstico previo de la situación documental como punto de partida para el diseño de soluciones, enfoque que también se aplica en la presente investigación para identificar las deficiencias del proceso de tesis. Desde el punto de vista tecnológico, destaca que una solución de gestión documental no solo depende de herramientas informáticas, sino también de políticas, estructuras organizativas y procedimientos claros, aspectos que complementan la propuesta del sistema web desarrollado en este estudio.

Mera Villigua (2025). “*Herramientas de control documental para la gestión de la información privada en el departamento de Sistemas de Gestión Integrados de la empresa PROMOPESCA S.A*”, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.

- Se determinó que las herramientas de control documental representan un componente clave en la gestión moderna de la información privada. Sin embargo, más allá de los beneficios generales que se atribuyen a estas herramientas como la organización, accesibilidad y seguridad de los documentos, se pudo evidenciar una gran distancia entre lo que plantea la teoría y la realidad operativa de muchas empresas.

- Se identificó que el personal presenta niveles variados de conocimiento sobre la herramienta de control documental, lo que influye directamente en la eficiencia de su uso y en la correcta gestión de la información dentro de la organización.
- Se revelaron varias fallas en la gestión documental. Una de las principales es el acceso restringido a la herramienta, donde solo algunos empleados tienen permisos completos, lo que limita la autonomía del resto. Además, faltan funciones cruciales como el control de versiones, la trazabilidad de acciones sobre los documentos y los sistemas de auditoría, elementos vitales para una gestión transparente y segura.
- Se evidenció que es necesario migrar a una herramienta con versión profesional que permita mejorar significativamente el sistema actual, al incorporar funciones clave como el control de versiones, auditorías automáticas, gestión jerarquizada de permisos, integración con otras plataformas internas y respaldo automatizado, además de ofrecer mayor seguridad, soporte técnico y escalabilidad.

Este antecedente aporta a la presente investigación en los ámbitos teórico, metodológico y tecnológico. Desde el enfoque teórico, evidencia que la sola implementación de herramientas tecnológicas no garantiza una gestión eficiente si no se acompaña de políticas claras, capacitación continua y funcionalidades adecuadas, conceptos aplicables al sistema de gestión de tesis propuesto. En el ámbito metodológico, valida el uso del estudio de caso y la observación directa como estrategias para diagnosticar deficiencias en la gestión documental de organizaciones, enfoque similar al adoptado en la presente investigación. Desde el punto de vista tecnológico, sustenta la necesidad de contar con sistemas que integren trazabilidad, control de accesos por roles, auditorías y estandarización del flujo documental, elementos que también forman parte de la solución web desarrollada en este estudio.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1 Metodologías Ágiles de Desarrollo de Software

Las metodologías ágiles son enfoques de desarrollo de software que priorizan la flexibilidad, la colaboración entre los involucrados y la entrega continua de productos funcionales. A diferencia de los modelos tradicionales, las metodologías ágiles promueven ciclos de desarrollo cortos, retroalimentación constante y adaptación al cambio durante todo el proceso de construcción del sistema (Sommerville, 2016).

a. Scrum

Scrum es una metodología ágil de desarrollo de software orientada a la gestión y ejecución de proyectos complejos, caracterizada por su enfoque iterativo e incremental. Fue propuesta por Schwaber y Sutherland y se basa en la entrega frecuente de incrementos funcionales del producto, permitiendo evaluar y mejorar continuamente el sistema (Schwaber & Sutherland, 2020).

Roles en Scrum

Scrum define tres roles principales que participan activamente en el desarrollo del proyecto:

- **Product Owner:** Responsable de definir y priorizar los requisitos del sistema, asegurando que el producto final aporte valor al usuario.
- **Scrum Master:** Facilita el proceso Scrum, elimina impedimentos y garantiza que el equipo siga las prácticas de la metodología.
- **Equipo de Desarrollo:** Conjunto de profesionales encargados de diseñar, desarrollar y probar los incrementos del sistema.

Eventos de Scrum

Scrum estructura el trabajo mediante eventos que permiten organizar y controlar el desarrollo del sistema:

- **Sprint:** Iteración de tiempo fijo, generalmente de dos semanas, en la cual se desarrolla un incremento funcional del sistema.
- **Sprint Planning:** Reunión en la que se planifican las tareas que se ejecutarán durante el sprint.
- **Daily Scrum:** Reunión diaria de corta duración para revisar el avance del equipo.
- **Sprint Review:** Evaluación del incremento desarrollado al finalizar cada sprint.
- **Sprint Retrospective:** Análisis del proceso de trabajo para identificar mejoras continuas.

Estos eventos permiten mantener un control constante del avance del proyecto y asegurar la calidad del sistema desarrollado.

2.2.2. Gestión Académica

La gestión académica universitaria comprende el conjunto de procesos, acciones y estrategias que permiten planificar, organizar, dirigir y evaluar las actividades formativas de los estudiantes dentro de una institución de educación superior. Su finalidad es garantizar el cumplimiento de los objetivos educativos, la calidad académica y la eficiencia administrativa (Ruiz, 2018).

En este contexto, la gestión académica no solo se limita a aspectos administrativos — como matrícula, horarios o control de notas—, sino que también abarca la formación integral del estudiante, la coordinación docente, el aseguramiento de la calidad educativa y la supervisión de los procesos de investigación.

2.2.3. Sistema de información

Un sistema de información se define como el conjunto organizado de componentes que permiten recopilar, procesar, almacenar y distribuir información con el objetivo de apoyar la toma de decisiones, la coordinación y el control dentro de una organización (Laudon & Laudon, 2016).

En el contexto universitario, los sistemas de información cumplen un rol fundamental en la gestión académica, ya que permiten automatizar procesos administrativos, reducir errores humanos y garantizar la disponibilidad oportuna de la información. Estos sistemas integran elementos tecnológicos, procedimientos y recursos humanos para mejorar la eficiencia institucional.

a. Bases de datos

Una base de datos es un conjunto estructurado de datos relacionados entre sí, almacenados de forma organizada, que permite su acceso, gestión y actualización de manera eficiente (Elmasri & Navathe, 2016).

Las bases de datos constituyen un componente esencial de los sistemas de información, ya que garantizan la integridad, consistencia, disponibilidad y seguridad de la información. En los sistemas académicos, su uso permite almacenar grandes volúmenes de datos relacionados con estudiantes, docentes, trámites, evaluaciones y documentos.

b. Sistemas de gestión de Bases de Datos

Un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) es un software que permite definir, crear, manipular y administrar bases de datos, proporcionando mecanismos de seguridad, control de accesos y recuperación de información (Date, 2019).

En la presente investigación se utilizó PostgreSQL, un SGBD relacional de código abierto reconocido por su robustez, escalabilidad y cumplimiento de los principios ACID. PostgreSQL permite manejar grandes volúmenes de información y soporta múltiples usuarios de manera concurrente, lo cual resulta adecuado para sistemas académicos institucionales.

El uso de PostgreSQL en el Sistema de Gestión de Tesis permitió:

- Garantizar la integridad referencial entre las entidades del sistema.
- Optimizar el acceso concurrente a la información.
- Asegurar la consistencia de los datos durante los procesos académicos.
- Facilitar la escalabilidad del sistema a futuro.

2.2.4. Proceso de Gestión de tesis

El proceso de gestión de tesis en la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco constituye un conjunto de procedimientos académicos y administrativos regulados por el Reglamento Académico y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica (UNSAAC, 2025) . Dicho proceso garantiza que los estudiantes cumplan con los requisitos de investigación y sustenten un trabajo académico original como condición para la obtención del grado y el título profesional.

En la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, el proceso de gestión de tesis se estructura en varias fases interdependientes, que involucran a estudiantes, asesores,

revisores, jurados y autoridades académicas. Estas fases pueden resumirse en los siguientes pasos:

a. Inscripción de plan de tesis

El primer paso consiste en la presentación e inscripción del plan de tesis, un trámite que el estudiante debe iniciar a partir del noveno semestre de estudios, siempre y cuando haya cumplido con los créditos curriculares exigidos por la universidad. El procedimiento comienza con la presentación del plan de tesis, el cual debe contar con el aval de un docente asesor, ante la Unidad de Investigación de la Escuela Profesional. Un vez recibido, el Director de la Unidad de Investigación mediante memorando y dentro del plazo de un (1) día, nombra dos docentes como revisores del Plan de Tesis para que emita informe escrito en el plazo improrrogable de diez (10) días, bajo responsabilidad, sobre la originalidad e interés del trabajo a desarrollar.

Con el informe favorable, el Decano emite resolución aprobando el tema y plan de tesis, nombrando al asesor o asesores que lo avalan y disponiendo su registro en el Libro de Inscripción de Tesis para optar al título profesional de la Unidad de Investigación respectiva.

b. Dictamen de la tesis

Una vez concluida la investigación, el estudiante presenta la versión final a la Facultad. El Decano designa a dos docentes dictaminadores, quienes cuentan con un plazo improrrogable de diez días para emitir un informe sobre la suficiencia o insuficiencia del trabajo. Si el dictamen incluye observaciones, estas deben ser subsanadas por el estudiante en un plazo no mayor a diez días adicionales, antes de que se emita la decisión definitiva. Este mecanismo asegura un control de calidad académico, pues los dictaminadores evalúan la originalidad, el rigor científico y el cumplimiento metodológico del trabajo de investigación

c. Sustentación de tesis

El jurado es designado por resolución del decano, los docentes dictaminadores y, dos docentes replicantes, donde el estudiante dispone de un máximo de 45 minutos para exponer su trabajo si es individual, o de 90 minutos en caso de ser colectivo, y posteriormente responde a las preguntas de los miembros del jurado. La evaluación se realiza en escala vigesimal considerando criterios como presentación, dominio del tema, capacidad de síntesis y solvencia en la defensa. Los resultados se consignan en el acta respectiva, con categorías que van desde desaprobado hasta aprobado con excelencia, lo que brinda objetividad y transparencia al proceso

2.3. Computación en la nube y almacenamiento de documentos

La computación en la nube consiste en la provisión de servicios de TI —como servidores, bases de datos, redes, software y almacenamiento— a través de internet, sin necesidad de infraestructura física propia (Mell & Grance, 2011). Este modelo permite escalabilidad, accesibilidad remota, reducción de costos de infraestructura y mayor seguridad en comparación con sistemas tradicionales.

2.4. Tecnologías de Desarrollo del Sistema Web

El desarrollo de aplicaciones web requiere la integración de múltiples tecnologías que permitan la comunicación cliente-servidor, la interacción con el usuario y la gestión eficiente de los datos.

2.4.1 Backend: [Bun.js](#)

Bun.js es un entorno de ejecución (runtime) moderno para JavaScript y TypeScript, diseñado como una alternativa a tecnologías tradicionales como Node.js y Deno. De acuerdo con Bun.js (2024), este entorno se caracteriza por su alto rendimiento y eficiencia, al integrar en una

sola herramienta múltiples funcionalidades esenciales para el desarrollo backend, tales como un motor optimizado para la ejecución de código JavaScript, un empaquetador de módulos, un gestor de dependencias y soporte nativo para TypeScript.

Asimismo, Bun.js está construido sobre el motor JavaScriptCore, lo que le permite ofrecer tiempos de ejecución más rápidos y un menor consumo de recursos en comparación con otros entornos tradicionales. Estas características lo convierten en una opción eficiente para el desarrollo de aplicaciones web modernas, especialmente en contextos donde el rendimiento y la optimización de recursos son factores relevantes.

2.4.2. *Frontend: Angular*

Angular es un framework de desarrollo frontend basado en TypeScript, mantenido por Google, que permite la construcción de aplicaciones web de una sola página (Single Page Application - SPA) de forma estructurada, modular y escalable. De acuerdo con Angular (2024), este framework proporciona un conjunto de herramientas integradas que facilitan el desarrollo de interfaces de usuario dinámicas y mantenibles.

Entre sus principales características se encuentran la arquitectura basada en componentes, que favorece la reutilización y organización del código; el enlace de datos bidireccional (two-way data binding), que permite la sincronización automática entre la vista y el modelo de datos; y la inyección de dependencias, que facilita la gestión de servicios dentro de la aplicación. Asimismo, Angular cuenta con un amplio ecosistema de librerías y herramientas que optimizan el desarrollo y mantenimiento de aplicaciones web.

2.4.3. Base de datos: PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos, de código abierto, ampliamente reconocido por su robustez, seguridad y capacidad de escalabilidad. De acuerdo con PostgreSQL (2024), este sistema ofrece un alto nivel de confiabilidad en el manejo de datos, siendo utilizado en aplicaciones que requieren consistencia, integridad y rendimiento.

Entre sus principales características destacan el soporte para transacciones ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad), lo que garantiza la integridad de la información; la compatibilidad con formatos JSON y datos no estructurados, que permite mayor flexibilidad en el almacenamiento; y mecanismos avanzados de seguridad, como autenticación, control de roles y permisos. Asimismo, PostgreSQL ofrece alta concurrencia y un rendimiento eficiente, lo que lo hace adecuado para aplicaciones con gran volumen de datos y múltiples usuarios.

2.4.4. Almacenamiento en la nube: Amazon Web Services (AWS)

La computación en la nube permite el acceso a recursos tecnológicos como servidores, bases de datos, redes y almacenamiento a través de internet, sin la necesidad de contar con infraestructura física propia. De acuerdo con Amazon Web Services (2024), estos servicios ofrecen alta disponibilidad, escalabilidad y seguridad, facilitando el desarrollo de soluciones tecnológicas modernas.

El uso de AWS presenta diversas ventajas, entre las que destacan la accesibilidad, permitiendo a los usuarios consultar y descargar documentos desde cualquier dispositivo con

conexión a internet; la seguridad, mediante el uso de mecanismos de cifrado de datos tanto en tránsito como en reposo, garantizando la protección de la información académica sensible; y la escalabilidad, que permite gestionar el crecimiento del volumen de documentos sin requerir cambios en la infraestructura.

2.4.5. Herramientas de mensajería: MailerSend

MailerSend es un servicio de mensajería electrónica basado en la nube que proporciona una API especializada para el envío de correos transaccionales desde aplicaciones web y sistemas de información. De acuerdo con MailerSend (2024), esta plataforma permite integrar funcionalidades de notificación de manera segura, confiable y escalable, sin necesidad de gestionar infraestructura propia de correo.

Este servicio está orientado al envío de correos automáticos generados por eventos del sistema, tales como confirmaciones, alertas y notificaciones, siendo ampliamente utilizado en aplicaciones web, plataformas académicas y sistemas empresariales. Entre sus principales ventajas destacan la alta escalabilidad, que permite manejar grandes volúmenes de correos; la mejora en la entregabilidad mediante la gestión de la reputación del dominio; la automatización de notificaciones, que reduce la carga administrativa; y la facilidad de integración con diversos lenguajes y frameworks backend. Asimismo, ofrece herramientas de monitoreo que permiten conocer el estado de los correos enviados.

2.5. Herramientas de despliegue

El despliegue de software es una fase crítica en el ciclo de vida del desarrollo, que consiste en el conjunto de actividades que hacen que un sistema de software esté disponible para su uso.

2.5.1. Docker: Plataforma de Containerización

Docker es una plataforma de software de código abierto que automatiza el despliegue, el escalado y la gestión de aplicaciones dentro de **contenedores**. Un contenedor es una unidad de software estandarizada, ligera y ejecutable que empaqueta el código de una aplicación junto con todas sus dependencias (bibliotecas, frameworks, archivos de configuración) en un único artefacto.

El principal objetivo de Docker es resolver el problema de "en mi máquina sí funciona", garantizando que la aplicación se ejecute de la misma manera independientemente del entorno subyacente. Esto lo logra a través de la virtualización a nivel de sistema operativo, que aísla los procesos de la aplicación del resto del sistema sin necesidad de un sistema operativo invitado completo, como ocurre con las máquinas virtuales tradicionales.

Los componentes esenciales de Docker son:

- **Dockerfile:** Es un archivo de texto que contiene un conjunto de instrucciones secuenciales sobre cómo construir una imagen de Docker. Funciona como una receta que define el sistema operativo base, las dependencias a instalar, los archivos de la aplicación a copiar y el comando a ejecutar cuando se inicie el contenedor.
- **Imagen (Image):** Es una plantilla de solo lectura, creada a partir de un Dockerfile. Una imagen contiene todo lo necesario para ejecutar una aplicación. Es el artefacto portable y distribuable que se genera en el proceso de construcción.
- **Contenedor (Container):** Es una instancia en ejecución de una imagen. Es la unidad viva y aislada donde la aplicación se ejecuta. Se pueden crear, iniciar, detener, mover y eliminar múltiples contenedores a partir de una misma imagen.

La adopción de Docker proporciona beneficios clave como la consistencia de entornos, el aislamiento de procesos, la portabilidad entre sistemas y una mayor eficiencia en el uso de recursos.

2.6. Estado del arte

La gestión de tesis en las universidades ha sido objeto de diversas investigaciones y desarrollos tecnológicos orientados a mejorar la eficiencia de los procesos académicos. Sin embargo, la mayoría de estos sistemas presentan limitaciones en cuanto a su cobertura integral, la trazabilidad de los procesos y la automatización de tareas administrativas.

En el ámbito internacional, diversas investigaciones han abordado la digitalización de procesos académicos universitarios. Díaz (2021) demostró que la implementación de un gestor documental como Alfresco en la Universidad de La Habana permitió mejorar el control de expedientes, matrículas y evaluaciones dentro de una maestría, evidenciando que la automatización documental contribuye significativamente a la eficiencia de los procesos académicos. De manera similar, Soria (2020) identificó en la Universidad de Otavalo que la ausencia de un sistema de gestión documental genera pérdida de información y duplicación de trámites, concluyendo que una solución tecnológica debe complementarse con políticas claras y procedimientos estandarizados para garantizar su efectividad.

En el contexto nacional, Córdova Carrascal (2020) implementó un sistema web de gestión documental para el proceso de tesis en la Universidad Ricardo Palma, demostrando que la centralización digital del proceso mejora el seguimiento de documentos y reduce actividades repetitivas. Huamán (2018) evidenció resultados similares en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, donde el sistema desarrollado redujo la duplicidad de títulos en un 74% e

incrementó la interacción entre asesores y tesis. Rodríguez (2019) validó cuantitativamente en la Universidad Peruana de los Andes que un sistema web mejora la usabilidad en un 46.5% y la eficiencia en un 42.3% respecto al proceso manual.

En la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, actualmente los procesos de tesis se gestionan de manera parcialmente manual, apoyados en documentos físicos y oficios administrativos, lo que genera retrasos, duplicidad de trámites y falta de transparencia en el seguimiento. No se dispone aún de una plataforma integral que cubra desde la inscripción del plan hasta la emisión de resoluciones finales.

Comparación: Los sistemas revisados aportan avances importantes en la digitalización de ciertos subprocesos (inscripción, asignación de asesores o registro de documentos). Sin embargo, la mayoría no logra integrar en una sola plataforma todas las fases: inscripción, asesoría, dictamen, sustentación, generación de actas y resoluciones, y registro final en repositorios institucionales.

Aporte de la propuesta: El sistema de gestión de tesis planteado para la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas busca superar estas limitaciones mediante:

- La automatización de todo el flujo de gestión de tesis.
- La integración de módulos para cada etapa (inscripción, asesoría, dictamen, sustentación).
- La generación de actas y resoluciones en formato digital con validez institucional.
- La incorporación de mecanismos de seguimiento y trazabilidad, permitiendo a estudiantes y docentes visualizar en tiempo real el estado del trámite.

De esta manera, la propuesta se constituye en un aporte innovador, alineado a las exigencias de transparencia, eficiencia y modernización de la gestión universitaria.

Capítulo 3

Desarrollo del sistema

3.1 Introducción

El presente capítulo describe el proceso de desarrollo del sistema de información para la gestión de proyectos de tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la UNSAAC, empleando la metodología ágil Scrum como marco de trabajo. El desarrollo se organizó en veinticinco (25) sprints distribuidos a lo largo de siete meses. Se detalla sprint a sprint la implementación de cada módulo del sistema, los requisitos funcionales y no funcionales atendidos, los diagramas de procesos y arquitectura, y los casos de prueba ejecutados para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

Cada sprint representa una unidad de trabajo iterativa e incremental, al término de la cual se obtuvo un entregable funcional que fue validado antes de continuar con el siguiente ciclo. Esta forma de trabajo permitió incorporar cambios y mejoras de manera continua, respondiendo con agilidad a los requerimientos identificados durante el proceso de desarrollo.

El sistema fue construido sobre un stack tecnológico moderno compuesto por Angular en el frontend, Bun.js con Clean Architecture en el backend, PostgreSQL como gestor de base de datos, Amazon S3 para el almacenamiento de documentos, MailerSend para el envío de notificaciones por correo electrónico y Docker para el despliegue en un servidor DigitalOcean Droplet. A lo largo de este capítulo se detalla, sprint a sprint, la implementación de cada módulo del sistema, los requisitos funcionales y no funcionales atendidos, y los casos de prueba ejecutados para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

3.2 Sprint 0: Análisis, Diseño e Inception

El Sprint 0 corresponde a la fase de inicio del proyecto, en la cual se establecieron las bases conceptuales, funcionales y técnicas del sistema antes de iniciar cualquier desarrollo. Esta fase, conocida en la metodología Scrum como *Agile Inception*, tiene como propósito alinear al equipo de desarrollo con los actores clave del proceso, definir el alcance del sistema, identificar las tecnologías a utilizar y documentar los flujos del proceso actual. Su correcta ejecución garantiza que todos los sprints de desarrollo posteriores partan de una visión clara, consensuada y documentada.

3.2.1 Agile Inception

Durante esta etapa se realizó una reunión de inception con el Sr. Rimber, Secretario de la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas, quien tiene dominio directo sobre el flujo administrativo del proceso de gestión de tesis. A partir de dicha reunión se establecieron los siguientes aspectos fundamentales del proyecto:

- **Alcance del sistema:** digitalizar y automatizar las cuatro etapas del proceso de gestión de tesis: inscripción del plan, nombramiento de dictaminantes, dictamen final y nombramiento de jurado con programación de sustentación.
- **Actores involucrados:** Estudiante (Tesista), Docente (Revisor/Dictaminante) y Administrador (Secretario de la Escuela Profesional).
- **Limitaciones identificadas:** el sistema se circunscribe al reglamento de grados y títulos vigente (Resolución N° CU-670-2025-UNSAAC); modificaciones futuras al reglamento podrían requerir ajustes en el sistema.
- **Tecnologías seleccionadas:** Angular para el frontend, Bun.js para el backend, PostgreSQL como base de datos, AWS S3 para almacenamiento de documentos, MailerSend para notificaciones por correo y Docker para el despliegue.

3.2.2 Levantamiento de Requisitos

Los requisitos del sistema fueron identificados a partir de la reunión con el Secretario de la Escuela Profesional y la revisión del Reglamento de Grados y Títulos de la FIEEIM (UNSAAC, 2025). Se organizaron en dos categorías: requisitos funcionales, que describen las capacidades del sistema, y requisitos no funcionales, que establecen las condiciones de calidad, seguridad y usabilidad.

a. Requisitos funcionales

Los requisitos del sistema fueron identificados a partir de entrevistas con el Secretario de la Escuela Profesional y la revisión del Reglamento de Grados y Títulos de la FIEEIM (UNSAAC, 2025). Se organizaron en dos categorías: requisitos funcionales, que describen las capacidades del sistema; y requisitos no funcionales, que establecen las condiciones de calidad, seguridad y usabilidad.

Para una mejor comprensión, los requisitos han sido organizados en fases que corresponden a las principales áreas de funcionalidad del sistema y están asociados a los roles de los actores que interactúan con él: Estudiante (Tesista), Docente (Revisor/Dictaminante) y Administrador (Secretario de la Escuela Profesional).

A continuación, se detalla cada uno de los requisitos funcionales identificados para el sistema.

RF-01: Autenticación de Usuarios:

El sistema debe permitir que los usuarios registrados —estudiantes, docentes y secretario— inicien sesión de forma segura utilizando su correo institucional como identificador y una contraseña personal. El sistema validará las credenciales ingresadas antes de conceder el acceso y redirigirá al usuario al panel correspondiente según su rol asignado

Fase 1: Inscripción de plan de tesis (RF-02 al RF-05)

Esta fase constituye el punto de partida del ciclo de gestión de tesis dentro del sistema que comprende el conjunto de funcionalidades que permiten al estudiante registrar su plan de tesis de forma digital, adjuntando los documentos requeridos por la Escuela Profesional. Una vez registrada la solicitud, el Secretario revisa la documentación presentada y puede aprobar o emitir observaciones para que el estudiante realice las correcciones necesarias.

Aprobada la solicitud de inscripción, el Secretario procede a designar a dos docentes revisores, generando la resolución de nombramiento correspondiente. Los revisores asignados evalúan el plan de tesis, registran sus observaciones o aprobación, e ingresan su calificación respectiva. En caso de que ambos revisores coincidan en la necesidad de modificar el título del

plan de tesis, el Secretario realiza la actualización en el sistema. Finalmente, con la aprobación de ambos revisores, el Secretario emite la resolución final que formaliza la inscripción del plan de tesis y habilita al estudiante para continuar con la siguiente etapa del proceso.

Tabla 3. 1 *Tabla de requisitos funcionales para la fase "Inscripción de plan de tesis"*

ID RF	Historia	Descripción	Criterios de Aceptación
RF - 02	US - 02	El estudiante registra su plan de tesis adjuntando los documentos requeridos	Formulario con título, descripción, selección de asesor; carga de múltiples archivos; estado inicial 'Iniciado'.
RF - 03	US - 03	El secretario revisa los documentos de una inscripción y aprueba o emite observaciones	Visualizador de documentos y formulario para llenar observaciones
RF - 04	US - 04	El secretario asigna dos revisores y notifica a los implicados	Selección de dos revisores; generación de resolución; reemplazo por versión firmada; notificación a revisores y estudiante(s).
RF - 05	US - 05	El docente revisor evalúa el plan y registra observaciones o aprobación. El secretario genera la resolución final.	Descarga de documentos; campo de observaciones; botón de aprobación con calificación; generación de acta; resolución final con estado 'Culminado'.

Fase 2: Nombramiento de Dictaminantes (RF-06 al RF-09)

Esta fase se activa una vez que el plan de tesis del estudiante ha sido aprobado en la Fase 1. Su propósito es gestionar el proceso de nombramiento formal de los docentes dictaminantes encargados de evaluar la tesis desarrollada por el estudiante.

El proceso inicia cuando el estudiante registra su solicitud de nombramiento de dictaminantes en el sistema, adjuntando los documentos requeridos y su número de expediente emitido por la oficina correspondiente. El Secretario revisa la documentación presentada y puede

aprobar la solicitud o emitir observaciones para que el estudiante realice las correcciones necesarias.

Una vez aprobada la solicitud, el Secretario procede a designar a los dos docentes dictaminantes. El sistema sugiere automáticamente a los revisores que participaron en la Fase 1, aunque el Secretario tiene la opción de seleccionar docentes diferentes si lo considera pertinente. Con la designación realizada, el sistema genera la plantilla de resolución de nombramiento, la cual debe ser firmada por las autoridades correspondientes y subida al sistema como versión oficial.

Los docentes dictaminantes asignados acceden al sistema para descargar la tesis y los documentos informativos del proceso, registrar sus observaciones o emitir su aprobación mediante un informe de viabilidad. En caso de que ambos dictaminantes coincidan en la necesidad de modificar el título de la tesis, el Secretario realiza la actualización en el sistema. Con la aprobación de ambos dictaminantes, el estudiante queda habilitado para iniciar la Fase 3 del proceso.

Tabla 3. 2 *Tabla de requisitos funcionales para la fase Nombramiento de dictaminantes*

ID RF	Historia	Descripción	Criterios de Aceptación
RF - 06	US - 06	El estudiante inicia el trámite de nombramiento de dictaminantes adjuntando documentos.	Formulario con número de expediente; carga de documentos; notificación al secretario.
RF - 07	US - 07	El secretario revisa la solicitud de nombramiento de dictaminantes	El estado cambia a ‘En revisión’, ‘Observado’ o ‘Aprobado’, notificación al estudiante.
RF - 08	US - 08	El secretario asigna a dos dictaminadores de la tesis.	Sugerencia automática de revisores previos; opción de seleccionar otros; plantilla de resolución; subida firmada; notificación a los

			implicados.
RF - 09	US - 09	El docente dictaminante evalúa la tesis, registra observaciones o aprobación, y emite su informe	Descarga de tesis; campo de observaciones; aprobación con informe; solicitud de cambio de título si aplica.

Fase 3: Dictamen Final (RF-10 al RF-12)

Esta fase se activa una vez que ambos dictaminantes han aprobado la tesis en la Fase 2. Su objetivo es formalizar dicha aprobación mediante la emisión de la resolución de dictamen final, documento que declara oficialmente al estudiante apto para proceder con la sustentación de su tesis.

El proceso inicia cuando el estudiante registra su solicitud de dictamen final en el sistema, adjuntando los informes de aprobación emitidos por cada dictaminante junto con los demás documentos requeridos y su número de expediente. El Secretario revisa la documentación presentada y puede aprobar la solicitud o emitir observaciones en caso de que algún documento sea incorrecto o esté incompleto, notificando al estudiante para que realice las correcciones necesarias.

Una vez aprobada la solicitud, el Secretario procede a generar la plantilla de resolución de dictamen final desde el sistema, la cual se completa automáticamente con los datos del proceso. Esta plantilla debe ser firmada por las autoridades correspondientes y subida al sistema como versión oficial firmada. Con la carga de la resolución firmada, el estado del expediente se actualiza a "Culminado" y el sistema notifica automáticamente al estudiante que puede continuar con la Fase 4 del proceso.

Tabla 3. 3 *Tabla de requisitos funcionales para la fase Dictamen Final*

ID RF	Historia	Descripción	Criterios de Aceptación
RF - 10	US - 10	El estudiante solicita el dictamen final adjuntando los documentos requeridos.	Formulario con número de expediente; carga de documentos; notificación al secretario.
RF - 11	US - 11	El secretario revisa la solicitud de dictamen final y aprueba o emite observaciones.	El estado cambia a 'En revisión', 'Observado' o 'Aprobado', notificación al estudiante.
RF - 12	US - 12	El secretario genera la resolución de dictamen final	Generación de plantilla; subida firmada; estado 'Culminado'; notificación al estudiante.

Fase 4: Nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación (RF-13 al RF-17)

Esta fase constituye la etapa final del ciclo de gestión de tesis dentro del sistema. Su propósito es gestionar el nombramiento formal del jurado de sustentación, la programación del acto de defensa y el registro del resultado final que culmina con la titulación del estudiante.

El proceso inicia cuando el estudiante registra su solicitud de nombramiento de jurado en el sistema, adjuntando los documentos requeridos y su número de expediente. El Secretario revisa la documentación presentada y puede aprobar la solicitud o emitir observaciones para que el estudiante realice las correcciones necesarias.

Una vez aprobada la solicitud, el Secretario procede a conformar el jurado de sustentación, compuesto por los dos docentes dictaminantes nombrados en la Fase 2 y dos docentes replicantes adicionales. En coordinación con el estudiante y el jurado, se establece la fecha, hora y lugar de la sustentación, información que queda registrada en el sistema. Con estos datos completos, el Secretario genera la resolución de nombramiento de jurado y fecha de sustentación, la cual es firmada por las autoridades correspondientes y subida al sistema como versión oficial.

El día de la sustentación, el Secretario genera desde el sistema la plantilla del acta de sustentación para que el jurado la firme presencialmente. Concluido el acto de defensa, el Secretario adjunta el acta de sustentación firmada junto con el acta de observaciones emitida por el jurado. Finalmente, una vez que el estudiante resuelve las observaciones indicadas por el jurado, hace entrega al Secretario de la tesis corregida y el enlace al repositorio institucional donde se encuentra alojada, con lo cual el Secretario registra esta información en el sistema y el expediente actualiza su estado a "Aprobado", culminando formalmente el proceso de titulación.

Tabla 3. 4 Tabla de requisitos funcionales para la fase Nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación.

ID RF	Historia	Descripción	Criterios de Aceptación
RF - 13	US - 13	El estudiante solicita el nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación.	Formulario con número de expediente; carga de documentos; notificación al secretario.
RF - 14	US - 14	El secretario revisa la solicitud de nombramiento de jurado y aprueba o emite observaciones.	El estado cambia a ‘En revisión’, ‘Observado’ o ‘Aprobado’, notificación al estudiante.
RF - 15	US - 15	El secretario asigna al jurado, fecha, hora y lugar de	Jurado con dictaminantes + 2 replicantes; campo de fecha, hora y lugar; generación y subida de

		sustentación.	resolución firmada.
RF - 16	US - 16	El día de la sustentación, el secretario genera la plantilla del acta de sustentación, para luego adjuntarlo al sistema junto con el acta de observaciones	Generación y subida de acta de sustentación y del acta de observaciones, notificación al estudiante y al jurado.
RF - 17	US - 17	Una vez el estudiante resuelve las observaciones, se acerca donde el secretario para entregarle la tesis corregida el link del repositorio.	Formulario para ingresar el link del repositorio, y subida de la tesis corregida, y el proceso cambia a “aprobado”

b. Requisitos no funcionales

A continuación, se detallan los requisitos no funcionales clave para el "Sistema de Gestión de Tesis":

- **RNF-01: Gestión de roles y permisos de usuario:**

El sistema debe garantizar que cada rol de usuario —Estudiante, Docente y Administrador— tenga acceso únicamente a las funcionalidades y vistas que le corresponden según sus responsabilidades dentro del proceso. Las acciones disponibles en la interfaz deben ajustarse dinámicamente al rol del usuario autenticado, impidiendo el acceso no autorizado a módulos restringidos.

- **RNF-02: Interfaz de usuario intuitiva:**

La interfaz gráfica del sistema deberá ser clara, consistente y fácil de navegar. Los usuarios nuevos deben ser capaces de realizar las tareas más comunes (como subir un documento o registrar una observación) sin necesidad de un entrenamiento extensivo, guiándose por una disposición lógica de los elementos visuales.

- **RNF-03: Compatibilidad con navegadores:**

El sistema web deberá ser compatible y funcional en las dos últimas versiones estables de los navegadores web más utilizados (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge), garantizando una experiencia de usuario consistente en todas las plataformas.

- **RNF-04: Diseño responsivo:**

La interfaz del sistema debe adaptarse a diferentes tamaños de pantalla, permitiendo su uso efectivo tanto en computadoras de escritorio como en dispositivos móviles (tabletas y smartphones) sin pérdida de funcionalidad.

- **RNF-05: Retroalimentación al usuario:**

El sistema debe proporcionar confirmaciones visuales claras después de realizar acciones importantes (ej. "Archivo subido correctamente", "Observación guardada"). Además, debe mostrar indicadores de carga durante operaciones que puedan tomar tiempo, como la generación de resoluciones.

- **RNF-06: Tiempo de respuesta de la interfaz:**

Las interacciones comunes del usuario, como la carga de páginas y la navegación entre menús, no deben exceder los 2 segundos en condiciones de red estándar (conexión de banda ancha promedio).

- **RNF-07: Cifrado de contraseñas:**

Toda la información sensible, como las contraseñas de los usuarios, debe ser almacenada en la base de datos de forma cifrada (utilizando algoritmos de hash seguros como SHA-256).

- **RNF-08: Comunicación cifrada mediante HTTPS:**

Toda la comunicación entre el navegador del cliente y el servidor web debe realizarse a través del protocolo HTTPS (SSL/TLS) para encriptar los datos en tránsito y prevenir su interceptación.

3.2.3 Modelado de Procesos del Sistema (BPMN)

A partir de la información recabada con el Secretario, se modelaron los flujos del proceso administrativo actual mediante diagramas BPMN. Estos diagramas representan el estado inicial del proceso —tal como se ejecuta de forma manual— y sirvieron como base para identificar los puntos críticos de mejora que el sistema busca resolver.

a. Proceso 1 - Inscripción de plan de tesis

Este proceso corresponde al inicio del ciclo de gestión de tesis. El tesista registra su plan de tesis en el sistema, adjuntando los documentos requeridos (formato de plan, carta de asesoría, ficha de seguimiento, etc). Posteriormente, el secretario de la Escuela Profesional revisa la documentación, registra observaciones en caso necesario y designa revisores. Finalmente, una vez aprobado por los revisores, se emite la resolución que formaliza la inscripción del plan de tesis. Casos de uso asociados: CU-01 al CU-05

Objetivo del proceso

Garantizar que el registro y evaluación del plan de tesis se realicen de forma transparente, ordenada y con trazabilidad en cada paso.

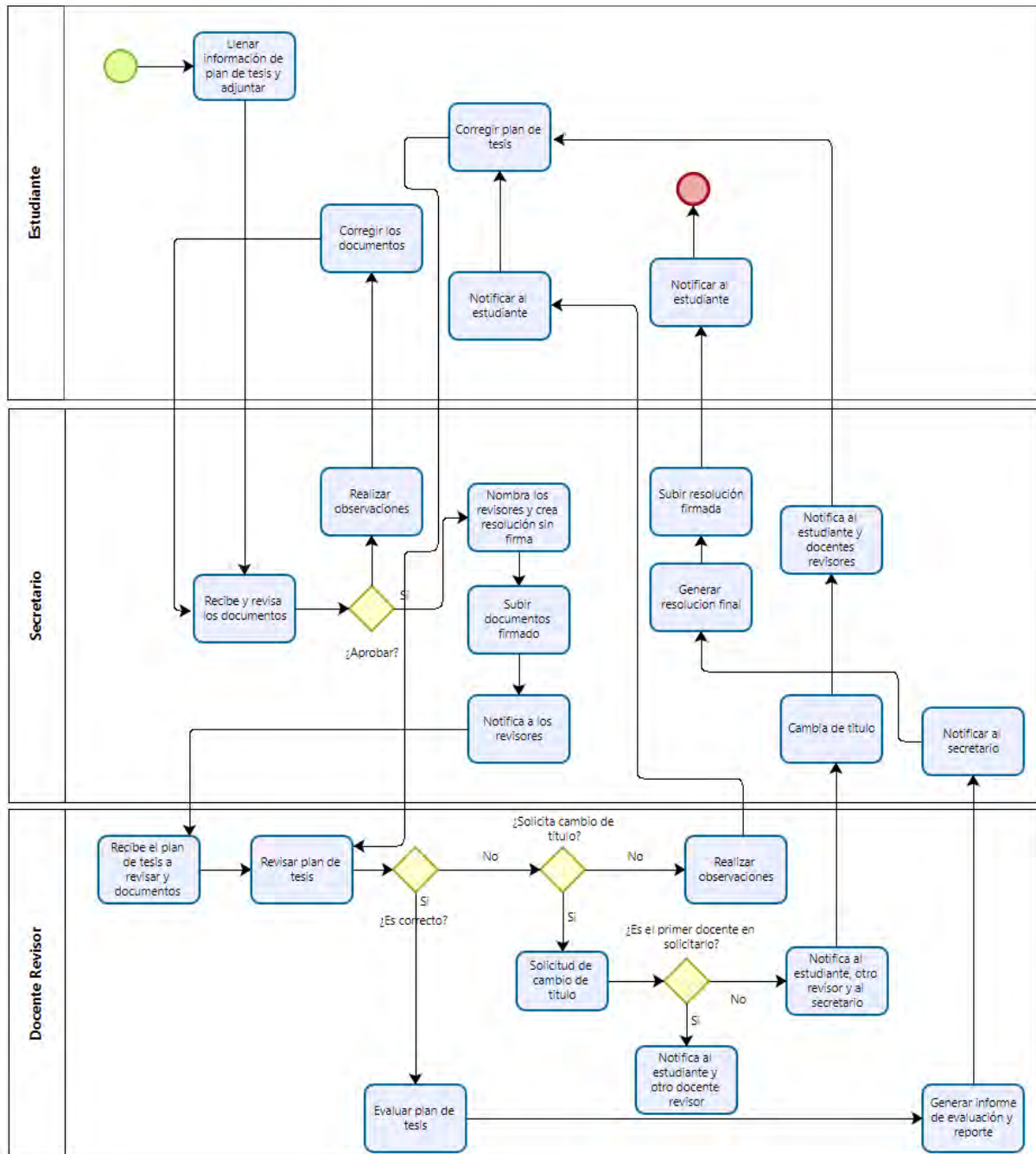
Descripción del flujo

1. El estudiante accede al sistema e inicia sesión con su cuenta institucional.
2. Registra los datos del plan de tesis (título, descripción, asesor) y carga los documentos requeridos.
3. El secretario revisa los documentos y, de ser necesario, registra observaciones.
4. El estudiante corrige y vuelve a subir los documentos observados.

5. El secretario asigna a los revisores y genera plantilla de la resolución de inscripción.
6. El secretario sube la resolución firmada.
7. Los revisores evalúan el plan de tesis y, en caso de identificar observaciones, las registran para que el estudiante pueda subsanarlas; de lo contrario, el proceso continúa con el flujo de evaluación correspondiente. Adicionalmente, si durante la revisión se determina la necesidad de un cambio de título del trabajo de investigación, se genera una solicitud de cambio de título. Para que esta solicitud sea válida, ambos revisores deben registrar dicha observación de manera coincidente. Una vez que ambos revisores han emitido la observación sobre el cambio de título, el secretario procede a realizar la actualización correspondiente en el sistema. Posteriormente, se notifica al estudiante sobre el cambio efectuado, a fin de que tenga conocimiento y continúe con el proceso de manera adecuada.
8. El secretario emite una plantilla de resolución final de aprobación.
9. El proceso finaliza con la carga de la resolución debidamente firmada en el sistema por parte del secretario. Posteriormente, se notifica al estudiante, habilitándolo para continuar con el siguiente trámite dentro del proceso académico.

Figura 3. 1

Diagrama BPMN de "Inscripcion de plan de tesis".



b. Proceso 2 - Nombramiento de Dictaminadores

Este proceso corresponde a la segunda etapa del ciclo de gestión de tesis. El tesista una vez aprobado su plan de tesis, registra su tesis en el sistema, adjuntando los documentos requeridos. Posteriormente, el secretario de la Escuela Profesional revisa la documentación, registra observaciones en caso necesario y designa dictaminadores. Finalmente, una vez aprobado por los dictaminantes, el tesista puede continuar el proceso a la siguiente etapa. Casos de uso asociados: CU-06 al CU-09

Objetivo del proceso

Garantizar que el registro y evaluación de la tesis se realicen de forma transparente, ordenada y con trazabilidad en cada paso.

Descripción del flujo

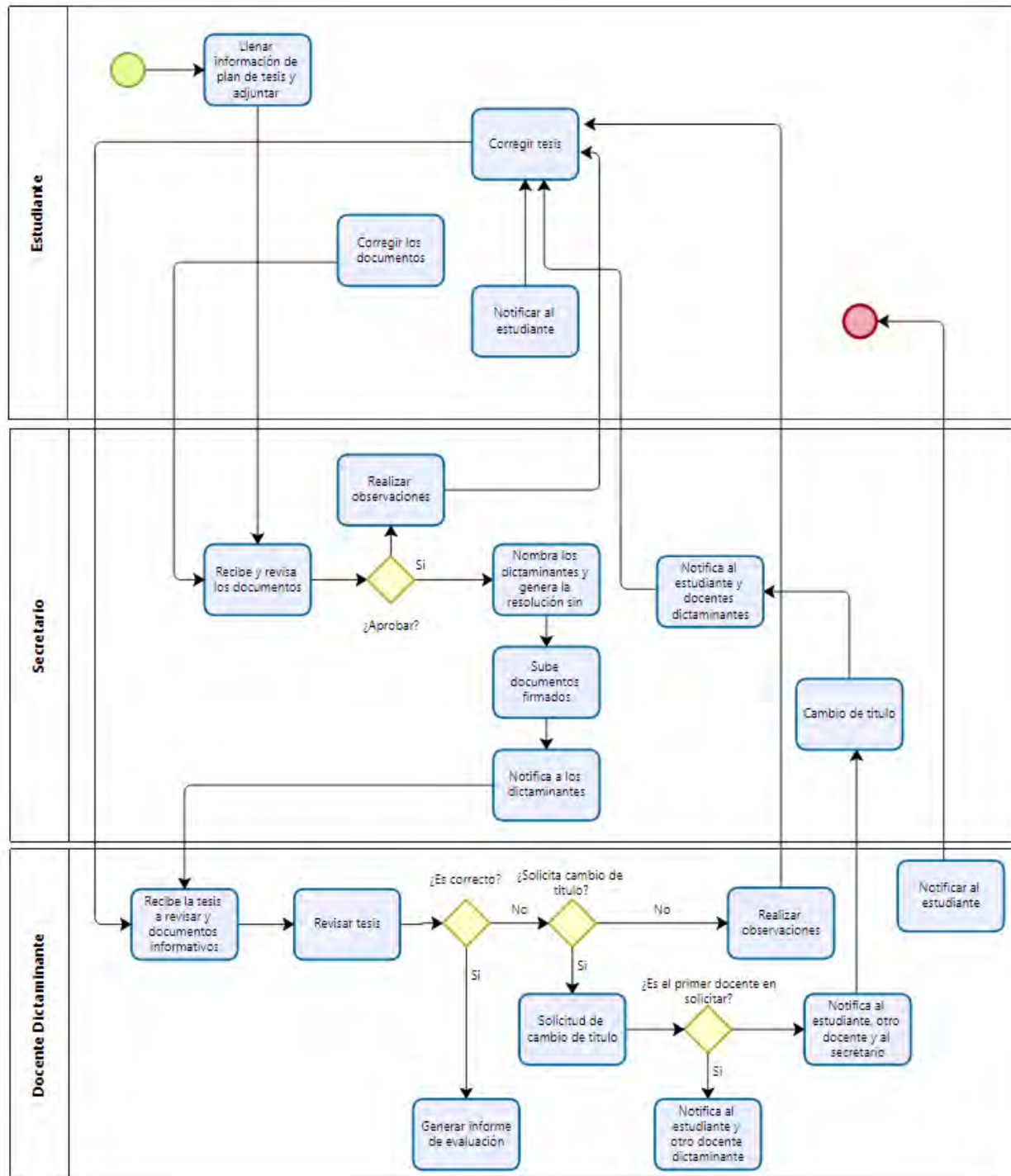
1. El estudiante accede al sistema e inicia sesión con su cuenta institucional.
2. Carga los documentos requeridos y registra su número de expediente emitido por PLADES.
3. El secretario revisa los documentos y, de ser necesario, registra observaciones.
4. El estudiante corrige y vuelve a subir los documentos observados.
5. El secretario asigna a los dictaminantes y genera la resolución de nombramiento sin firmar.
6. El secretario sube al sistema la resolución firmada y recién se notifica a los dictaminantes
7. Los dictaminantes revisan la tesis y, en caso de identificar observaciones, las registran para que el estudiante pueda subsanarlas; de lo contrario, el proceso continúa con el flujo

de evaluación correspondiente. Adicionalmente, si durante la revisión se determina la necesidad de un cambio de título del trabajo de investigación, se genera una solicitud de cambio de título. Para que esta solicitud sea válida, ambos dictaminantes deben registrar dicha observación de manera coincidente. Una vez que ambos dictaminantes han emitido la observación sobre el cambio de título, el secretario procede a realizar la actualización correspondiente en el sistema. Posteriormente, se notifica al estudiante sobre el cambio efectuado, a fin de que tenga conocimiento y continúe con el proceso de manera adecuada.

8. El proceso finaliza con la notificación automática al estudiante de que los dictaminantes aprobaron la tesis y emisión de evaluación.

Figura 3. 2.

Diagrama BPMN de “Nombramiento de dictaminantes”.



c. Proceso 3 - Dictamen Final

Este proceso corresponde a la tercera etapa del ciclo de gestión de tesis. El tesista una vez aprobada su tesis, solicita dictamen final, adjuntando los documentos requeridos. Posteriormente, el secretario de la Escuela Profesional revisa la documentación, registra observaciones en caso necesario. Finalmente, el secretario emite resolución de dictamen final y el tesista puede continuar el proceso de la siguiente etapa. Caso de uso asociados: CU-10 al CU-12.

Objetivo del proceso

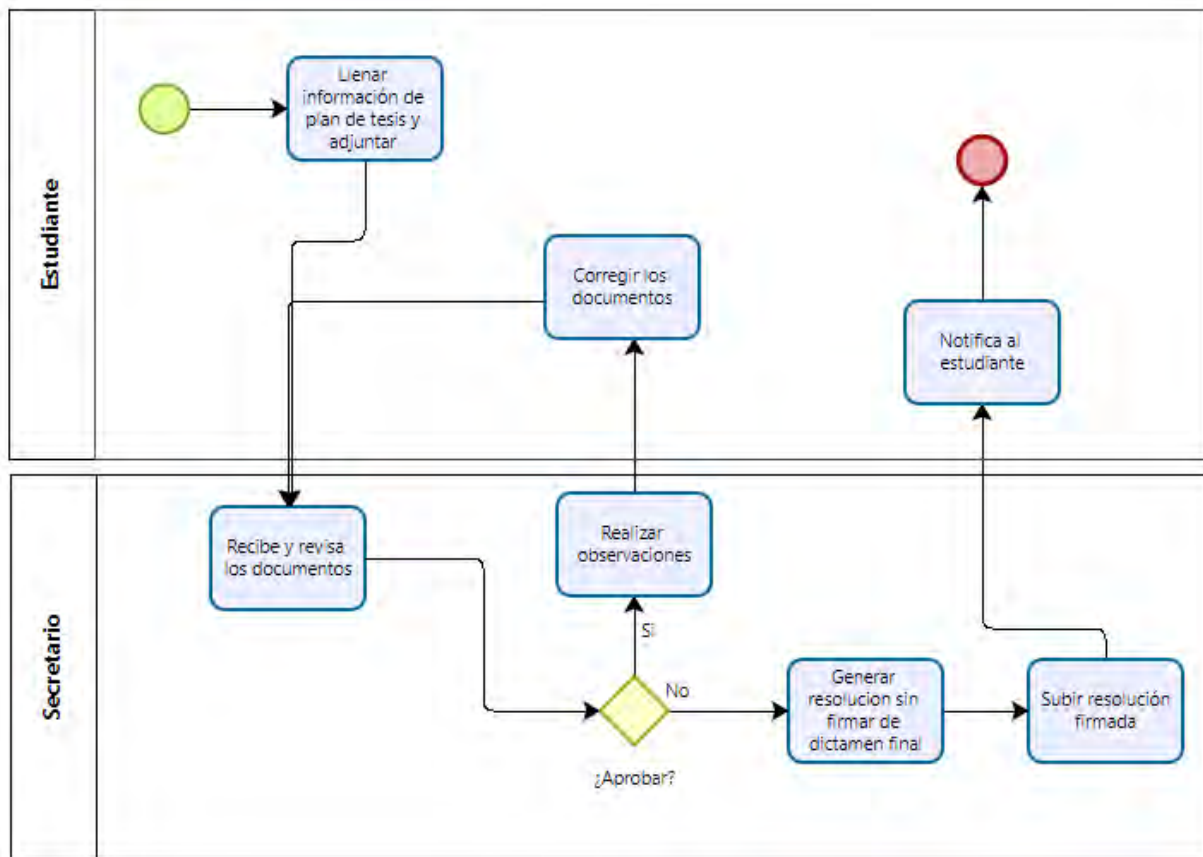
Garantizar que el registro se realice de forma transparente, ordenada y con trazabilidad en cada paso.

Descripción del flujo

1. El estudiante accede al sistema e inicia sesión con su cuenta institucional.
2. Carga los documentos requeridos y registra su número de expediente emitido por PLADES.
3. El secretario revisa los documentos y, de ser necesario, registra observaciones.
4. El estudiante corrige y vuelve a subir los documentos observados.
5. El secretario genera la resolución de dictamen final sin firma.
6. El secretario sube la resolución firmada.
7. El proceso finaliza con la notificación automática al estudiante de que el proceso fue aprobado.

Figura 3.3.

Diagrama BPMN de “Dictamen Final”.



d. Proceso 4 - Nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación

Este proceso corresponde a la etapa final del ciclo de gestión de tesis. El tesista una vez aprobado su dictamen final, solicita nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación, adjuntando los documentos requeridos. Posteriormente, el secretario de la Escuela Profesional revisa la documentación, registra observaciones en caso necesario. Finalmente, el secretario emite resolución nombrando al jurado, indicando fecha, hora y lugar de sustentación. Casos de uso: CU-13 al CU-17.

Objetivo del proceso

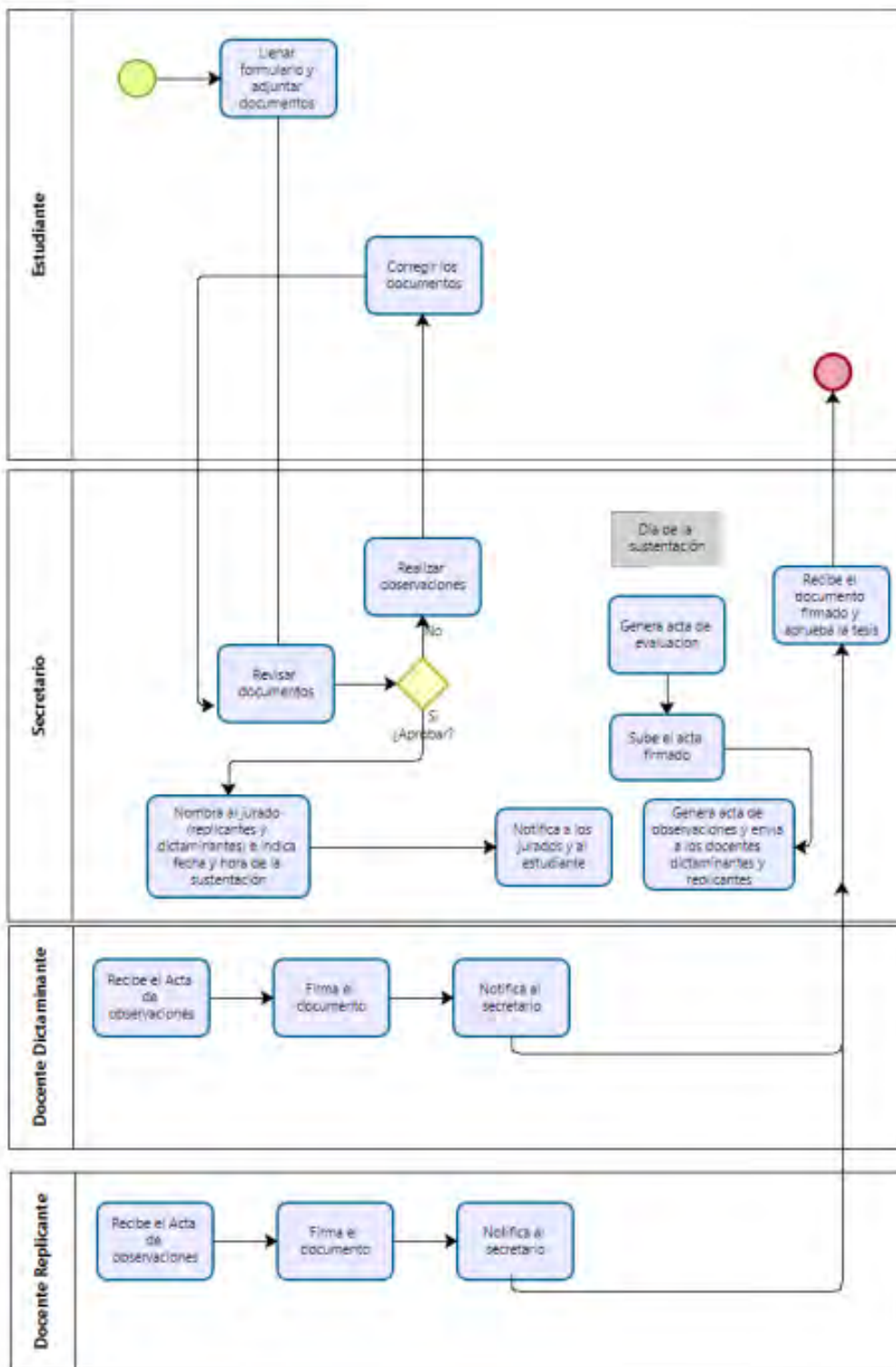
Garantizar que el registro se realice de forma transparente, ordenada y con trazabilidad en cada paso.

Descripción del flujo

1. El estudiante accede al sistema e inicia sesión con su cuenta institucional.
2. Carga los documentos requeridos y registra su número de expediente emitido por PLADES.
3. El secretario revisa los documentos y, de ser necesario, registra observaciones.
4. El estudiante corrige y vuelve a subir los documentos observados.
5. El secretario realiza la designación de jurado.
6. En un acuerdo interno entre el jurado y el estudiante se hace la designación de fecha, hora y lugar de sustentación.
7. El secretario genera la resolución sin firmar de nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación.
8. El secretario sube la resolución firmada.
9. El día de la sustentación, el secretario adjunta al sistema, la nota final y el acta de sustentación y acta de observaciones.
10. Todo el jurado firma el acta de observaciones.
11. El proceso finaliza con el ingreso del enlace del repositorio donde se encuentra la tesis, lo cual constituye un requisito indispensable para su aprobación definitiva.

Figura 3. 4

Diagrama BPMN de “Nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación”.



3.2.4 Casos de Uso - Versión Inicial

En esta sección se detallan los casos de uso del sistema, los cuales modelan las interacciones entre los actores(usuarios) y el software para alcanzar los objetivos específicos. Proporcionan una descripción formal y estructurada de los flujos de trabajo, incluyendo el camino exitoso, las alternativas y el manejo de errores, sirviendo como una guía precisa para el diseño y la implementación del software.

Cada caso de uso se deriva de los requisitos funcionales identificados previamente y sigue una plantilla estandarizada para garantizar la consistencia y claridad en la especificación de los requerimientos.

Fase 1: Inscripción de plan de tesis

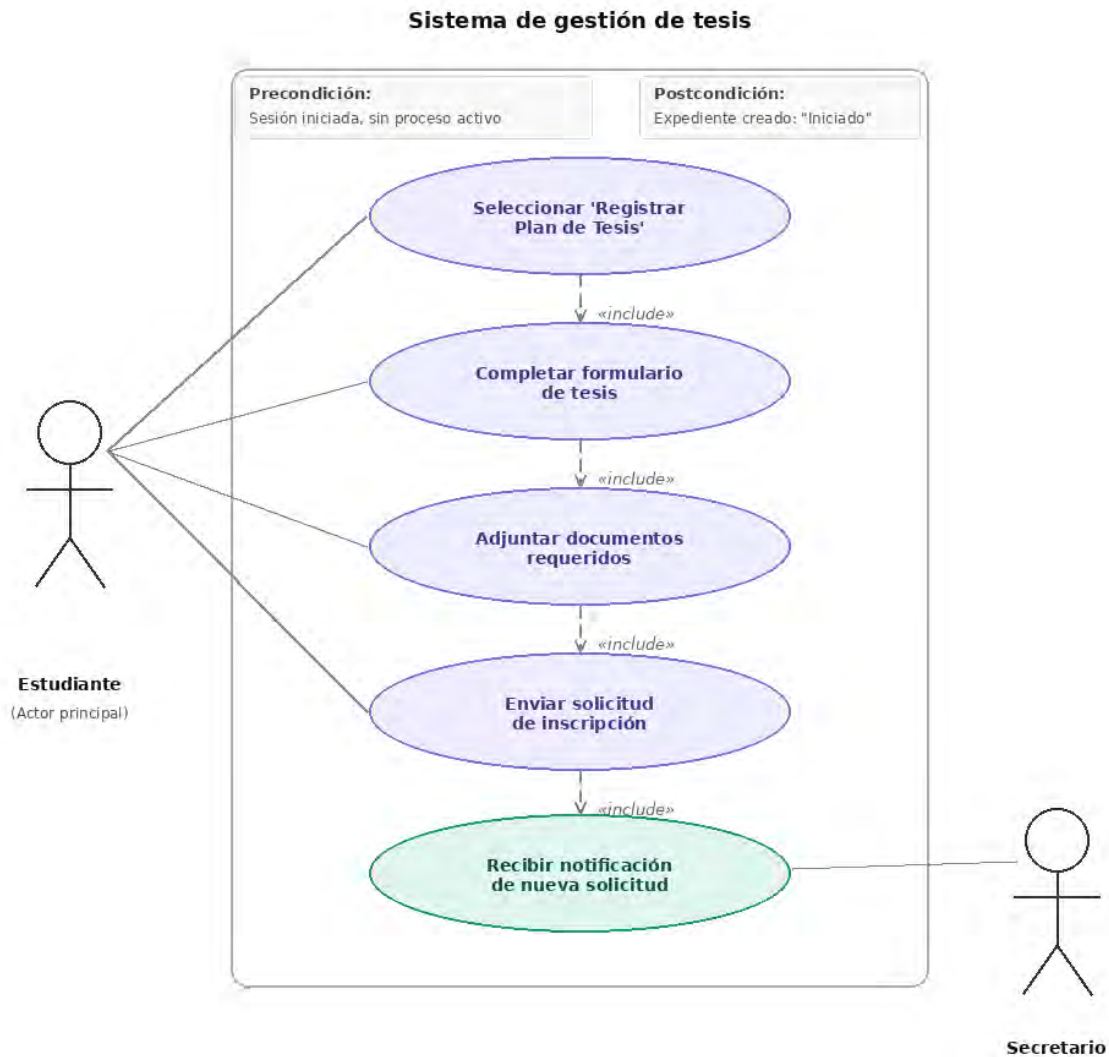
a. CU-01: Registrar Plan de Tesis

- **Actor Principal:** Estudiante
- **Descripción:** El estudiante inicia el proceso de titulación registrando la información de su proyecto y adjuntando los documentos iniciales.
- **Precondiciones:** El Estudiante ha iniciado sesión y no tiene un proceso de inscripción activo.
- **Postcondiciones:** Se crea un nuevo expediente de tesis con estado "Iniciado".
- **Flujo Principal (Camino Exitoso):**
 1. El Estudiante selecciona la opción "Registrar Plan de Tesis".
 2. El sistema presenta un formulario para ingresar título, descripción y seleccionar un asesor de una lista.
 3. El Estudiante completa la información.
 4. El Estudiante adjunta los documentos requeridos, especificando el tipo de cada uno.

5. El estudiante hace clic en el botón "Enviar Solicitud".
6. El sistema valida los datos, guarda el registro, y notifica al Secretario.
7. El sistema muestra un mensaje de éxito al Estudiante.

Figura 3. 5

Diagrama de casos de uso de “Inscripción de plan de tesis”.



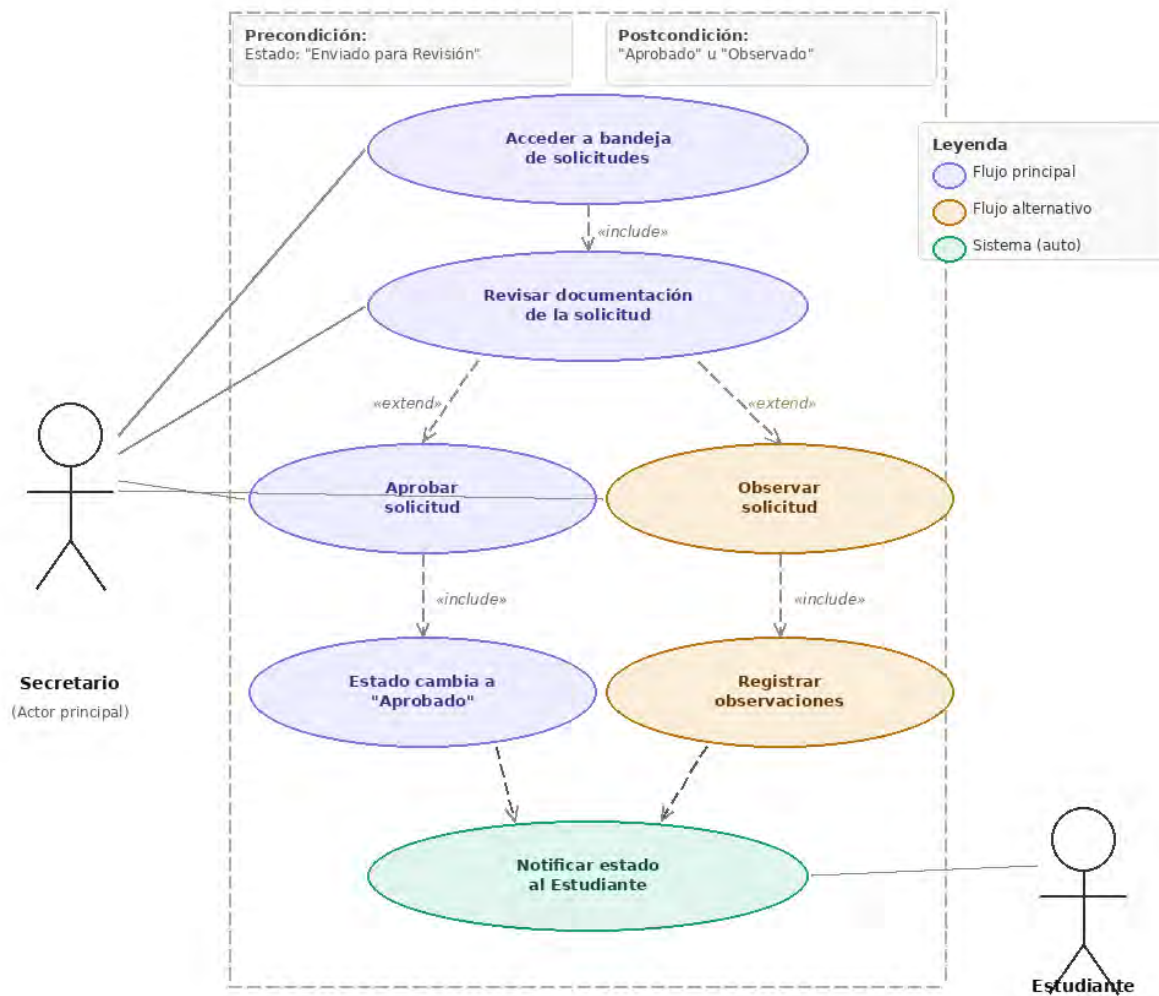
b. CU-02: Revisar Inscripción de Plan de Tesis

- Actor Principal: Secretario
- Descripción: El Secretario revisa la solicitud de inscripción de plan de tesis para aprobar o devolver con observaciones.

- Precondiciones: Existe una solicitud de inscripción con estado "Enviado para Revisión".
- Postcondiciones: La solicitud cambia de estado a "Aprobado" u "Observado".
- Flujo Principal (Aprobación):
 1. El Secretario accede a su bandeja de solicitudes y selecciona una pendiente.
 2. El sistema muestra la información y los documentos de la solicitud.
 3. El Secretario revisa la documentación y la considera correcta.
 4. Selecciona la opción "Aprobar".
 5. El Secretario confirma la acción.
 6. El sistema cambia el estado de la solicitud a "Aprobado".
- Flujo Alternativo (Observación):
 1. En el paso 3: Si la documentación es incorrecta, el Secretario selecciona la opción "Observar".
 2. El sistema muestra un campo de texto donde el Secretario escribe sus comentarios.
 3. El Secretario guarda las observaciones.
 4. El sistema cambia el estado a "Observado" y notifica automáticamente al Estudiante.

Figura 3. 6

Diagrama de casos de uso de “Revisar inscripción de plan de tesis”.



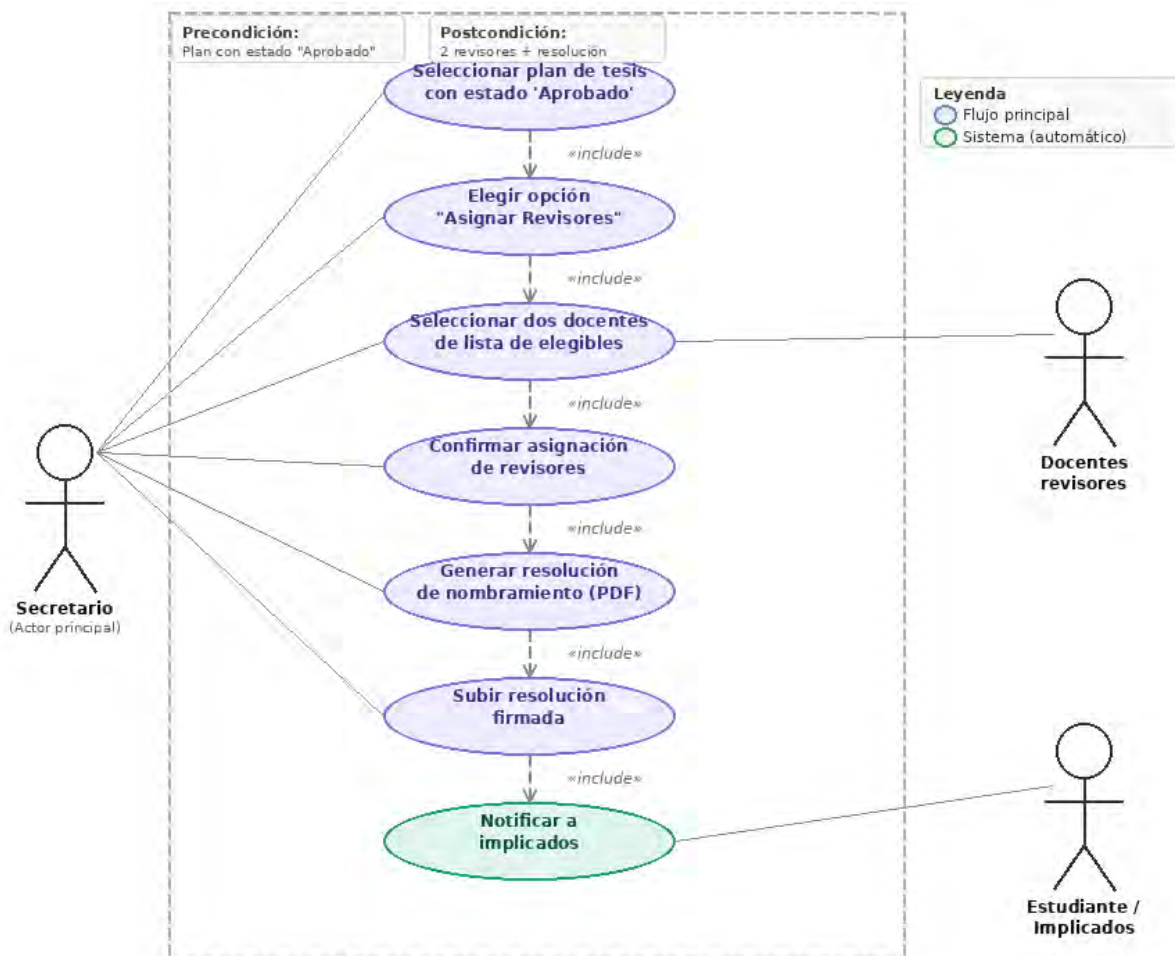
c. CU-03: Asignar Revisores de Plan de Tesis

- **Actor Principal:** Secretario
- **Descripción:** El Secretario asigna dos docentes revisores a un plan de tesis aprobado y formaliza el acto mediante una resolución.
- **Precondiciones:** Existe un plan de tesis con estado "Aprobado".

- **Postcondiciones:** Dos revisores son asignados al plan de tesis y la resolución de nombramiento es generada.
- **Flujo Principal (Camino Exitoso):**
 1. El Secretario selecciona un plan de tesis con el paso anterior aprobado de la lista.
 2. Elige la opción "Asignar Revisores".
 3. El sistema presenta una lista de docentes elegibles.
 4. El Secretario selecciona a dos docentes y confirma.
 5. El sistema asigna a los revisores y activa la opción "Generar Resolución".
 6. El Secretario selecciona "Generar Resolución".
 7. El sistema crea un documento PDF con los datos del proceso, el secretario actualiza ese documento por uno firmado y lo pone a disposición para su descarga.
 8. El sistema notifica a los implicados.

Figura 3. 7

Diagrama de casos de uso de “Asignar revisores de plan de tesis”.



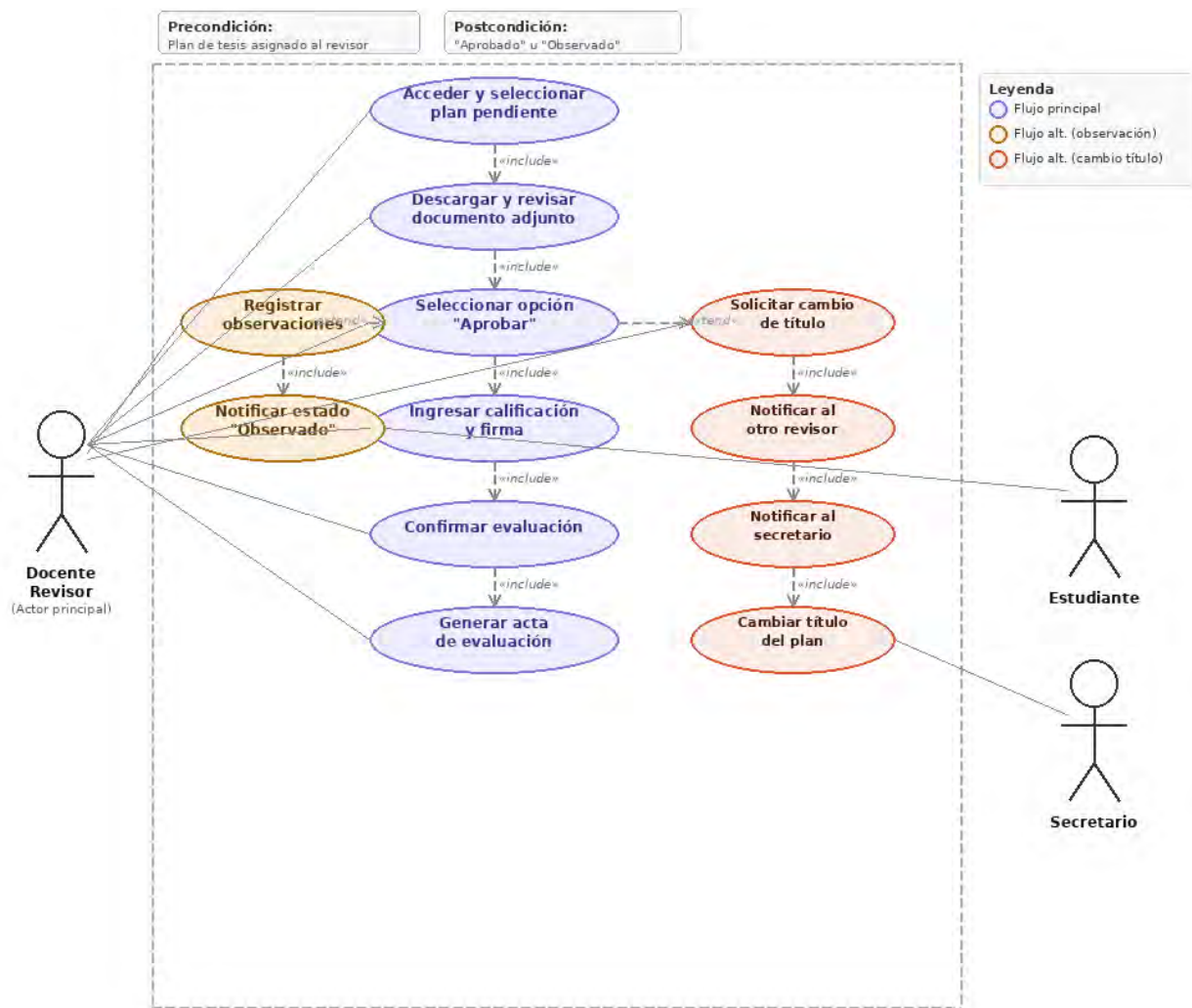
d. CU-04: Evaluar Plan de Tesis

- Actor Principal: Docente Revisor
- Descripción: El revisor evalúa el plan de tesis asignado, pudiendo registrar observaciones o dar su aprobación final y calificación.
- Precondiciones: Al Docente Revisor se le ha asignado un plan de tesis para revisar.
- Postcondiciones: El plan de tesis es calificado como "Aprobado" u "Observado".
- Flujo Principal (Aprobación):

1. El Revisor accede a su panel y selecciona un plan de tesis pendiente.
 2. Descarga y revisa el documento adjunto.
 3. Considera que el plan es conforme y selecciona la opción "Aprobar".
 4. El sistema le solicita ingresar la calificación final.
 5. El Revisor ingresa la calificación, su firma y confirma.
 6. El sistema actualiza el estado y permite generar el acta de evaluación con su firma.
- Flujo Alternativo (Observación):
 1. En el paso 3: Si el plan requiere correcciones, el Revisor selecciona "Observar"
 2. En el sistema existe un campo de texto para detallar las observaciones.
 3. El Revisor guarda sus comentarios.
 4. El sistema actualiza el estado a "Observado" y notifica al Estudiante.
 - Flujo Alternativo (Cambio de título)
 1. En el paso 3: Si el plan requiere correcciones, el Revisor selecciona "Solicitud de cambio de título".
 2. El sistema debe notificar al otro revisor para aprobar en conjunto esa solicitud
 3. El secretario es notificado una vez ambos hagan la solicitud.
 4. El sistema actualiza el estado a "Observado" y notifica al Estudiante.
 5. El secretario debe cambiar el título de plan de tesis

Figura 3. 8

Diagrama de casos de uso de “Evaluar plan de tesis”.



e. CU-05: Generar Resolución de Aprobación de Plan de Tesis

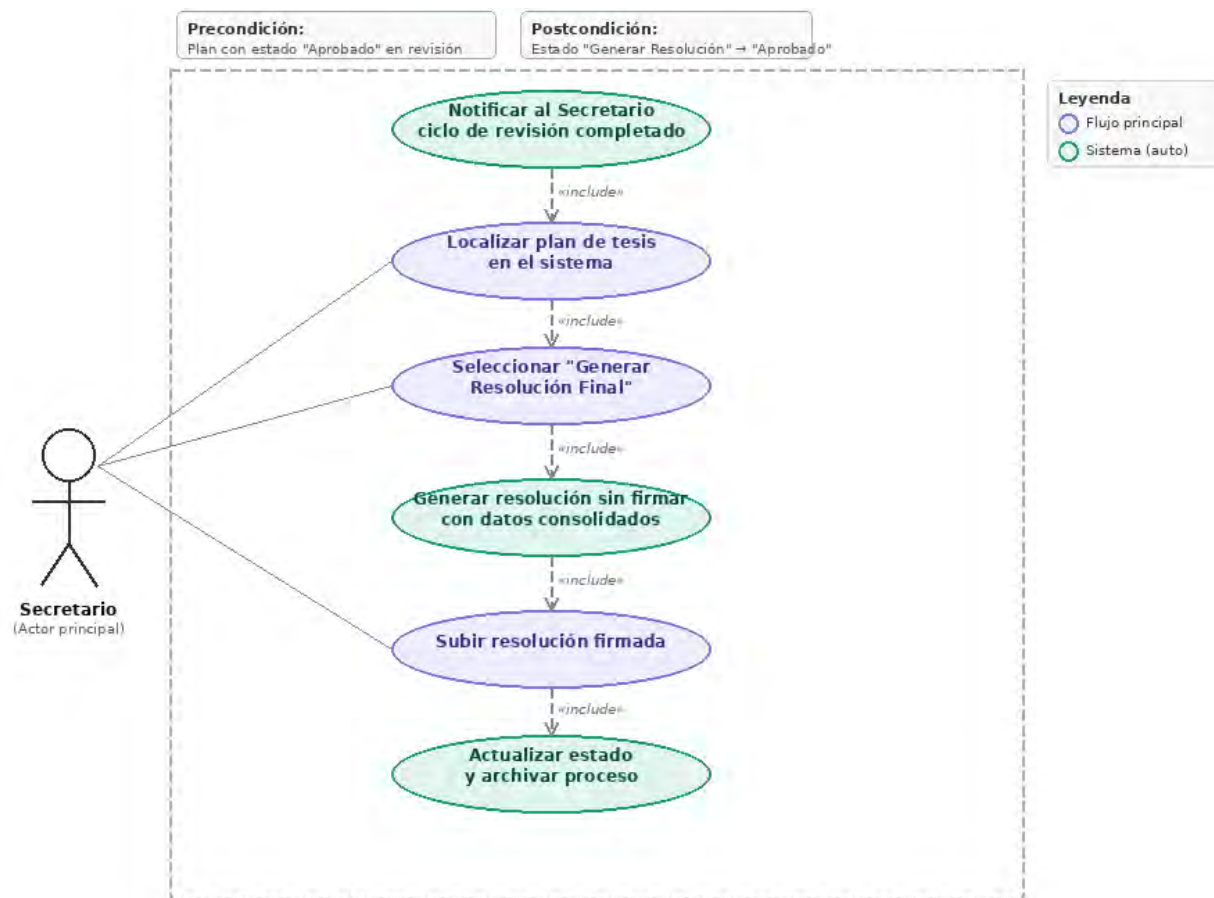
- **Actor Principal:** Secretario
- **Descripción:** Una vez el plan de tesis ha sido aprobado por todos los revisores, el Secretario genera la resolución final que formaliza la culminación de la etapa.
- **Precondiciones:** El plan de tesis tiene el estado "Aprobado" para el proceso "Revisión de plan de tesis".
- **Postcondiciones:** El estado del proceso "Generar Resolución" cambia a "Aprobado".

- **Flujo Principal (Camino Exitoso):**

1. El sistema notifica al Secretario que un plan ha completado su ciclo de revisión.
2. El Secretario localiza el plan de tesis en el sistema.
3. Selecciona la opción "Generar Resolución Final".
4. El sistema genera la resolución sin firmar con los datos consolidados del proceso (estudiante, título, revisores, calificaciones).
5. El Secretario sube la resolución firmada.
6. El sistema actualiza el estado del trámite y archiva el proceso.

Figura 3. 9

Diagrama de casos de uso de “Generar resolución de aprobación de plan de tesis”.



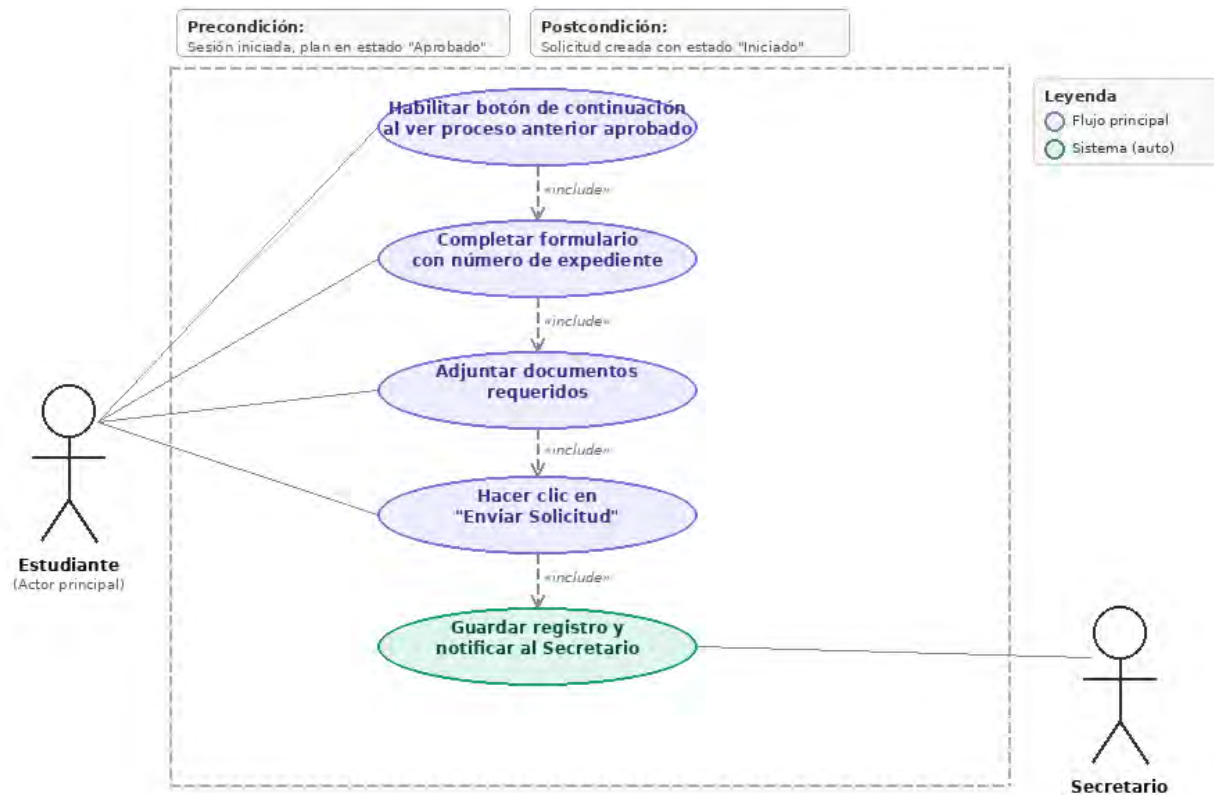
Fase 2: Nombramiento de dictaminantes

a. CU-06: Solicitar Nombramiento de Dictaminantes

- **Actor Principal:** Estudiante
- **Descripción:** El estudiante inicia el trámite para el nombramiento de dictaminadores, adjuntando la documentación correspondiente.
- **Precondiciones:** El Estudiante ha iniciado sesión y su plan de tesis está en estado "Aprobado".
- **Postcondiciones:** Se crea una nueva solicitud con estado "Iniciado" en la bandeja del Secretario.
- **Flujo Principal (Camino Exitoso):**
 1. El Estudiante ve que el proceso “Inscripción de plan de tesis” está en aprobado, entonces se le habilita un botón para poder continuar con el siguiente proceso.
 2. El sistema presenta un formulario donde debe ingresar su número de expediente.
 3. El Estudiante adjunta los documentos requeridos.
 4. Hace clic en "Enviar Solicitud".
 5. El sistema guarda el registro y notifica al Secretario.

Figura 3. 10

Diagrama de casos de uso de “Solicitar nombramiento de Dictaminantes”.



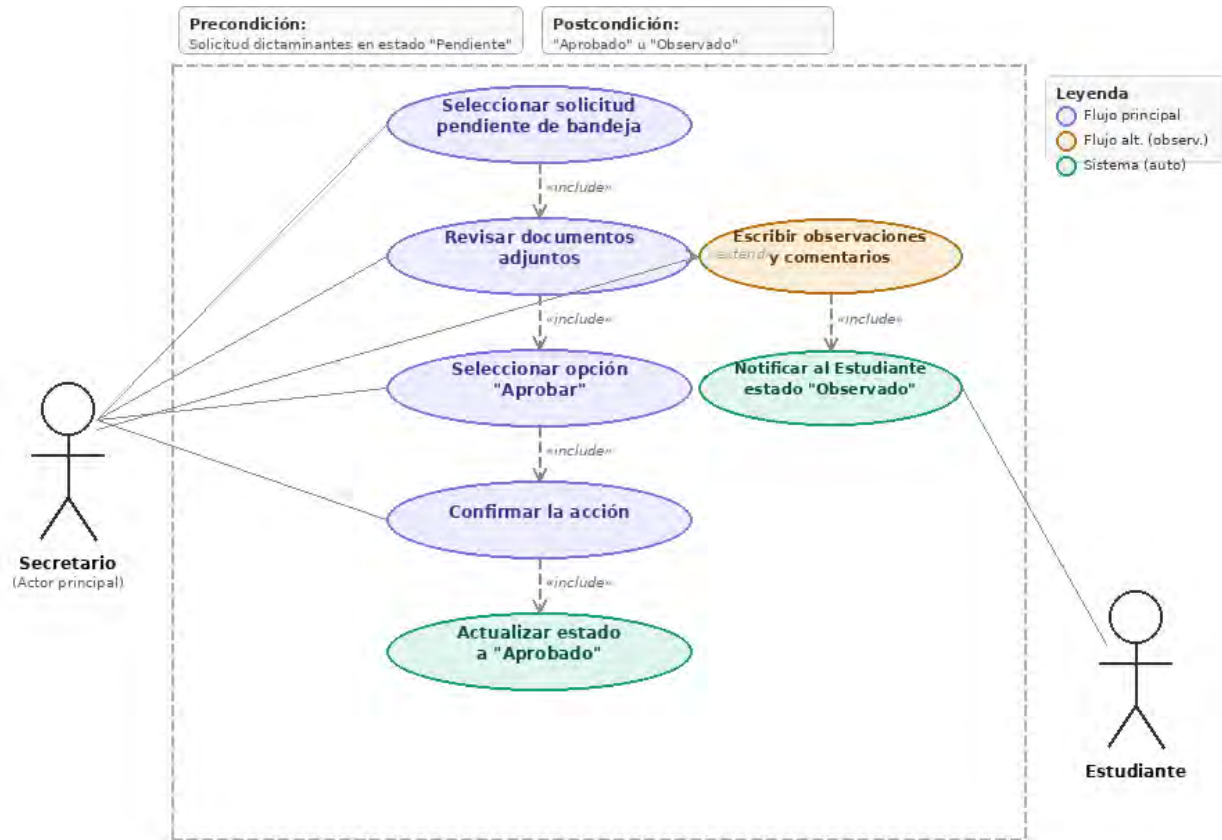
b. CU-07: Revisar Solicitud de Dictaminantes

- Actor Principal: Secretario
- Descripción: El Secretario revisa la solicitud de nombramiento de dictaminadores para su aprobación o devolución con observaciones.
- Precondiciones: Existe una solicitud de nombramiento de dictaminantes en estado "Pendiente de Revisión".
- Postcondiciones: La solicitud cambia de estado a "Aprobado" u "Observado".
- Flujo Principal (Aprobación):
 1. El Secretario selecciona la solicitud pendiente de su bandeja.
 2. Revisa los documentos adjuntos y los considera correctos.

3. Selecciona la opción "Aprobar".
 4. El Secretario confirma la acción
 5. El sistema actualiza el estado a "Aprobado".
- Flujo Alternativo (Observación):
 - En el paso 2: Si la documentación es incorrecta, el Secretario escribe sus comentarios, y el sistema notifica al Estudiante.

Figura 3. 11

Diagrama de casos de uso de “Revisar solicitud de nombramiento de Dictaminantes”.

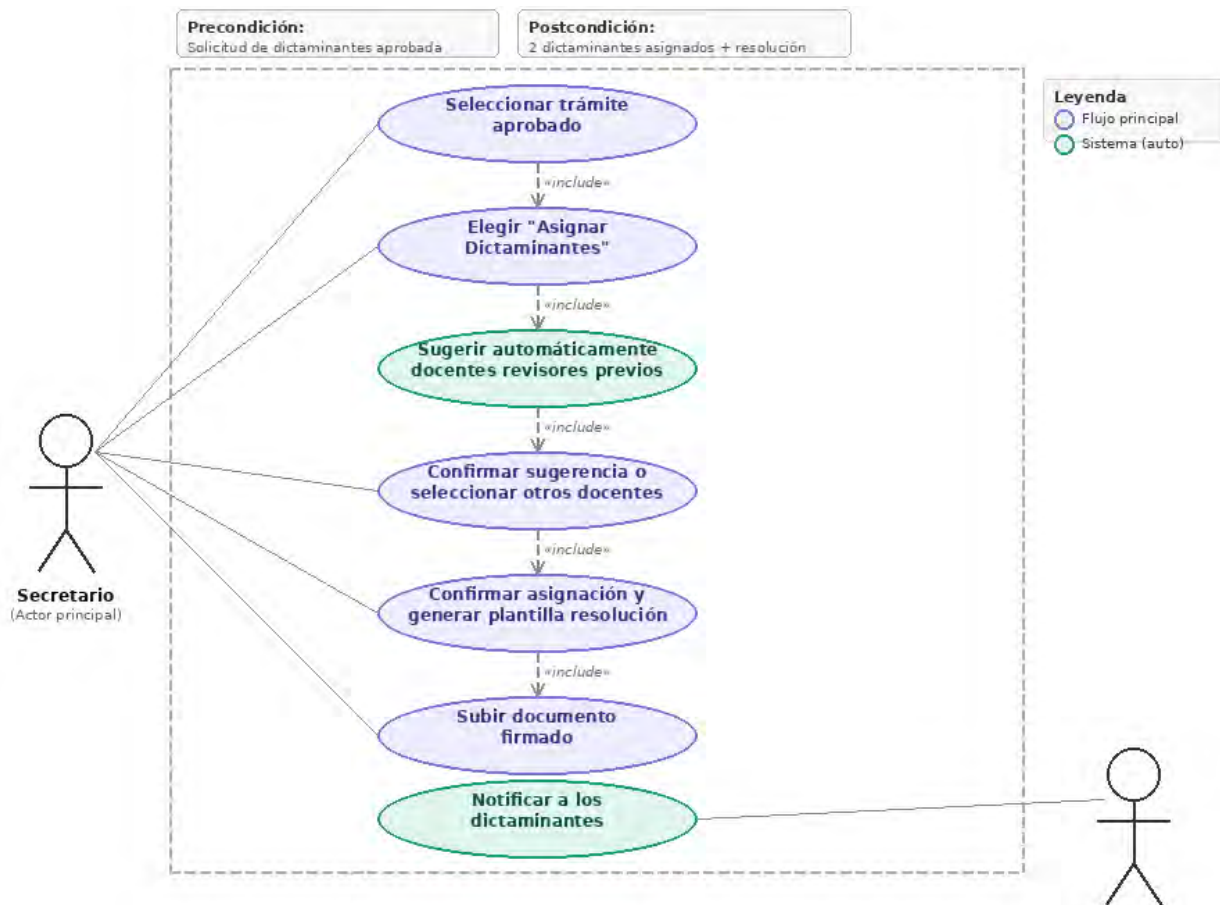


c. CU-08: Asignar Dictaminantes de Tesis

- Actor Principal: Secretario
- Descripción: El Secretario asigna a los docentes que actuarán dictaminantes para la evaluación final de la tesis.
- Precondiciones: La solicitud de nombramiento de dictaminantes ha sido aprobada.
- Postcondiciones: Dos dictaminantes son asignados a la tesis y se genera una resolución de nombramiento.
- **Flujo Principal:**
 1. El Secretario selecciona el trámite aprobado.
 2. Elige la opción "Asignar Dictaminantes".
 3. El sistema sugiere automáticamente a los docentes que fueron revisores.
 4. El Secretario puede confirmar la sugerencia o seleccionar a otros docentes de la lista.
 5. Confirma la asignación y genera plantilla de la resolución.
 6. El secretario sube el documento firmado.
 7. El sistema notifica a los dictaminantes.

Figura 3. 12

Diagrama de casos de uso de “Asignar dictaminantes de tesis”.



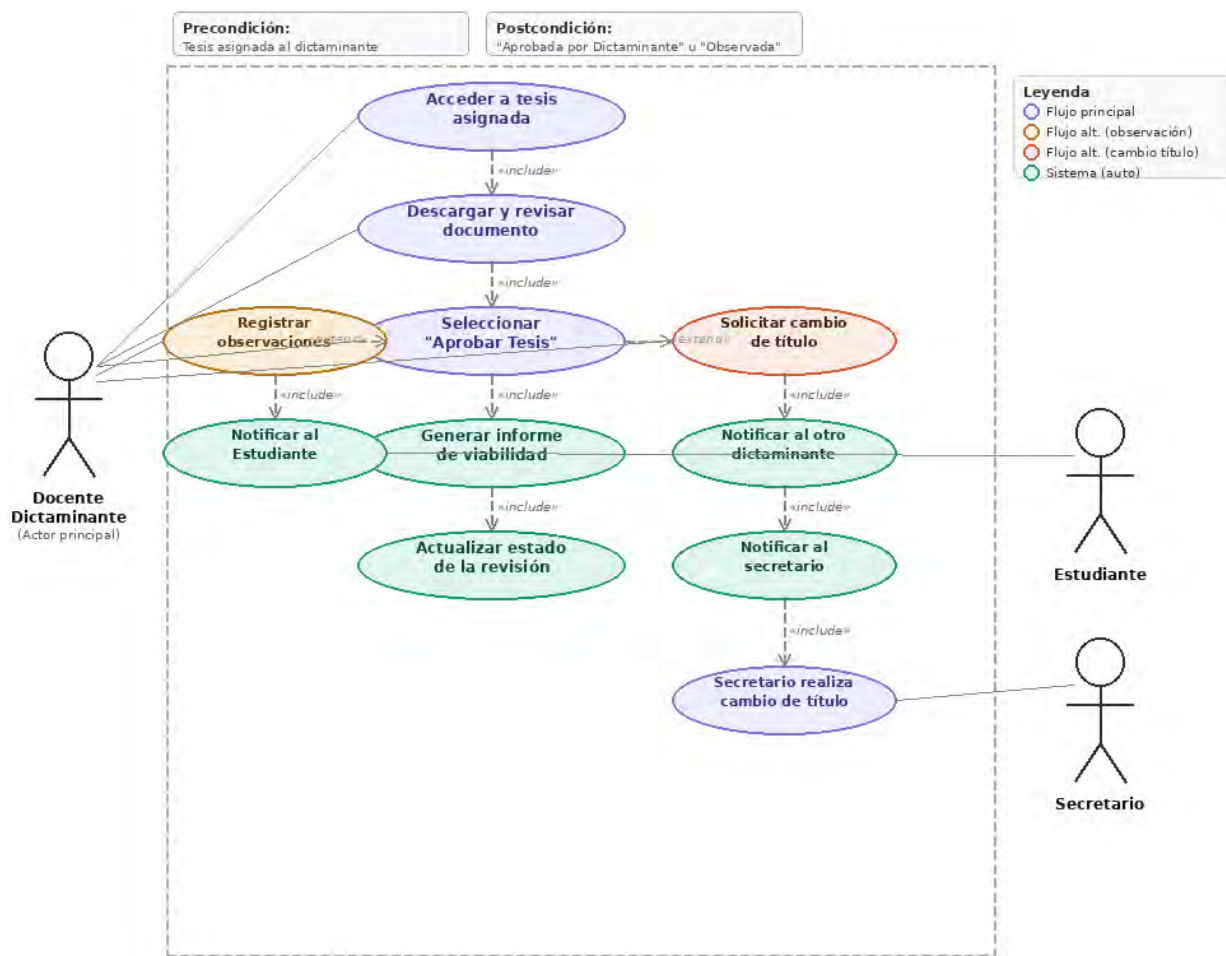
d. CU-09: Evaluar Tesis

- Actor Principal: Docente Dictaminante
- Descripción: El dictaminante evalúa el documento final de tesis y emite su informe de viabilidad (aprobación) o registra observaciones.
- Precondiciones: Al Docente Dictaminante se le ha asignado una tesis para evaluar.
- Postcondiciones: La tesis es marcada como "Aprobada por Dictaminante" o "Observada".
- Flujo Principal (Aprobación):
 1. El Dictaminante accede a la tesis asignada.
 2. Descarga y revisa el documento.

3. Selecciona la opción "Aprobar Tesis".
 4. El sistema le permite generar su informe de viabilidad.
 5. El Dictaminante confirma, y el sistema actualiza el estado de su revisión.
- Flujo Alternativo (Observación):
 - En el paso 3: Si la tesis requiere correcciones, el Dictaminante escribe su observación, lo envía, y el sistema notifica al Estudiante.
 - Flujo Alternativo (Cambio de título):
 - En el paso 3: Si la tesis requiere cambio de título, el Dictaminante solicita el cambio, el otro dictaminante es notificado para que también solicite el cambio
 - El secretario es notificado y hace el cambio

Figura 3. 13

Diagrama de casos de uso de “Evaluar tesis”.



Fase 3: Dictamen final

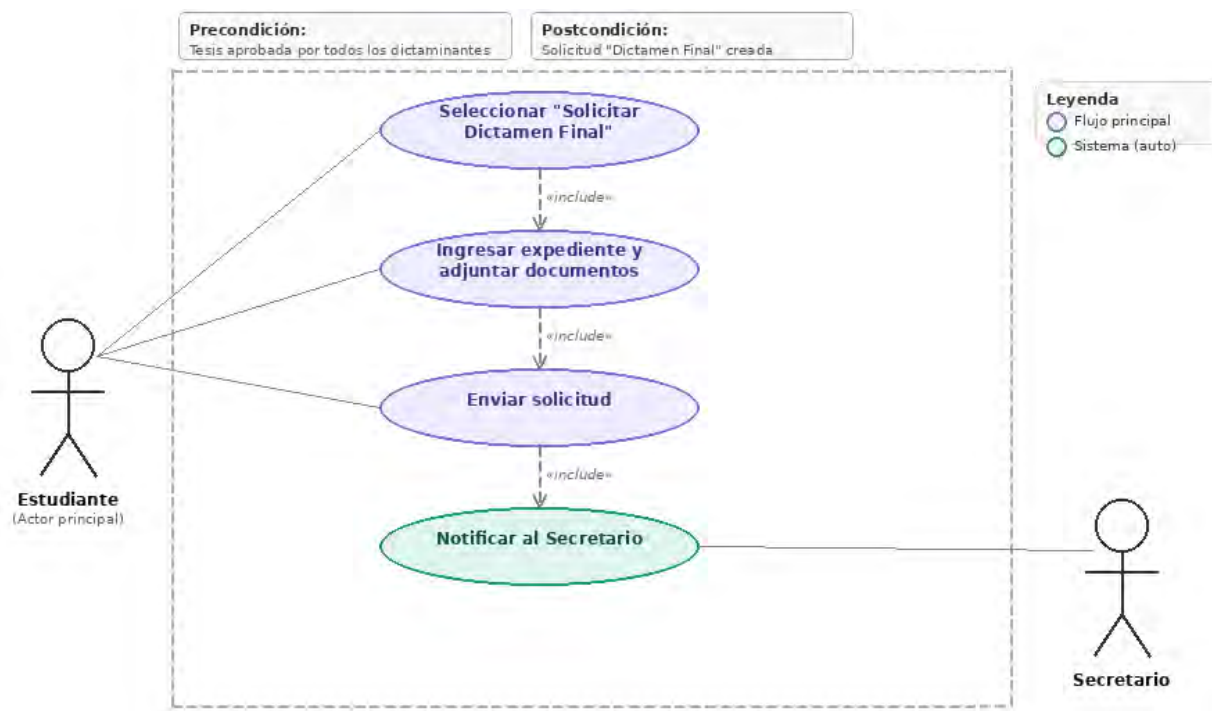
a. CU-10: Solicitar Dictamen Final

- Actor Principal: Estudiante
- Descripción: El estudiante inicia el trámite de "Dictamen Final" para formalizar que todas las revisiones han concluido.
- Precondiciones: La tesis ha sido aprobada por todos los dictaminantes.
- Postcondiciones: Se crea una solicitud de "Dictamen Final" para revisión del Secretario.
- Flujo Principal:

1. El Estudiante selecciona la opción "Solicitar Dictamen Final".
2. El sistema le solicita ingresar expediente y adjuntar los informes de los dictaminantes y otros documentos.
3. El Estudiante adjunta los archivos y envía la solicitud.
4. El sistema notifica al Secretario.

Figura 3. 14

Diagrama de casos de uso de "Solicitar dictamen final".



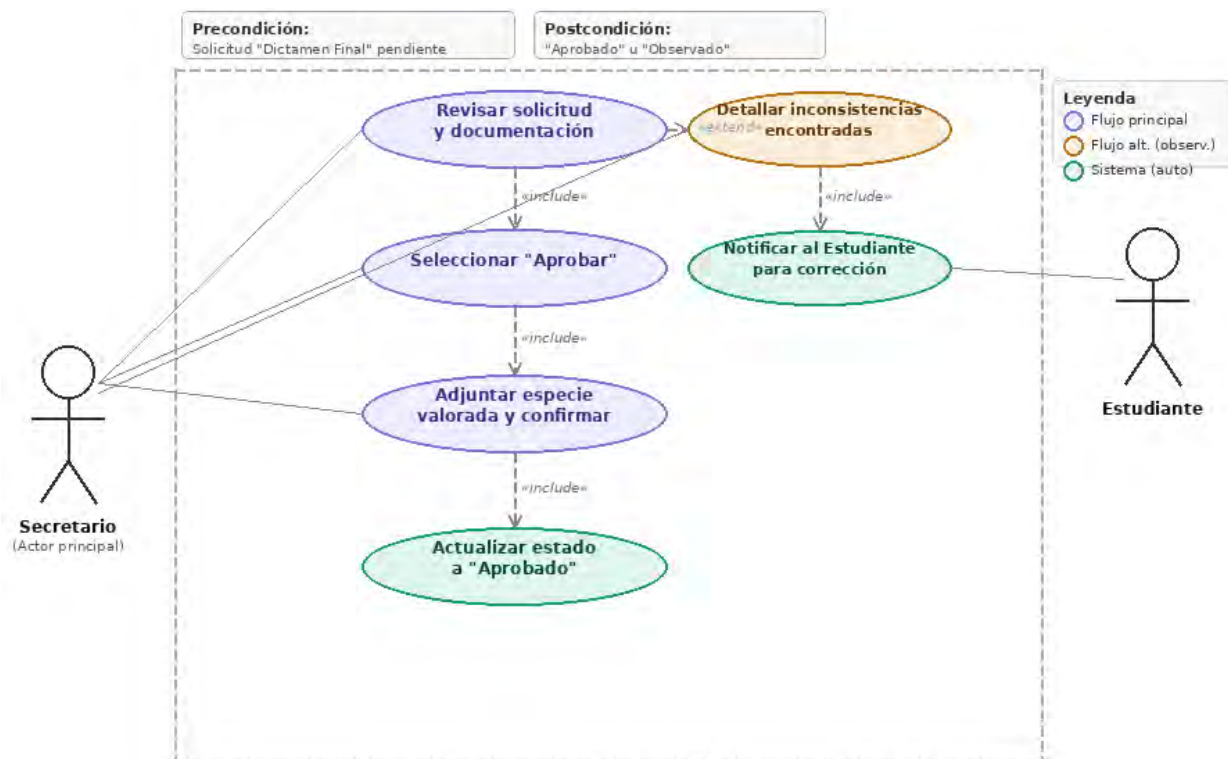
b. CU-11: Revisar Solicitud de Dictamen Final

- Actor Principal: Secretario
- Descripción: El Secretario valida la documentación del trámite de "Dictamen Final".
- Precondiciones: Existe una solicitud de "Dictamen Final" pendiente.
- Postcondiciones: La solicitud cambia a "Aprobado" u "Observado".

- Flujo Principal (Aprobación):
 1. El Secretario revisa la solicitud y la documentación.
 2. Al encontrarla correcta, selecciona "Aprobar".
 3. Adjunta la especie valorada y confirma.
 4. El sistema actualiza el estado.
- Flujo Alternativo (Observación):
 - El Secretario encuentra inconsistencias, detalla el problema y notifica al estudiante para la corrección.

Figura 3. 15

Diagrama de casos de uso de “Solicitud dictamen final”.



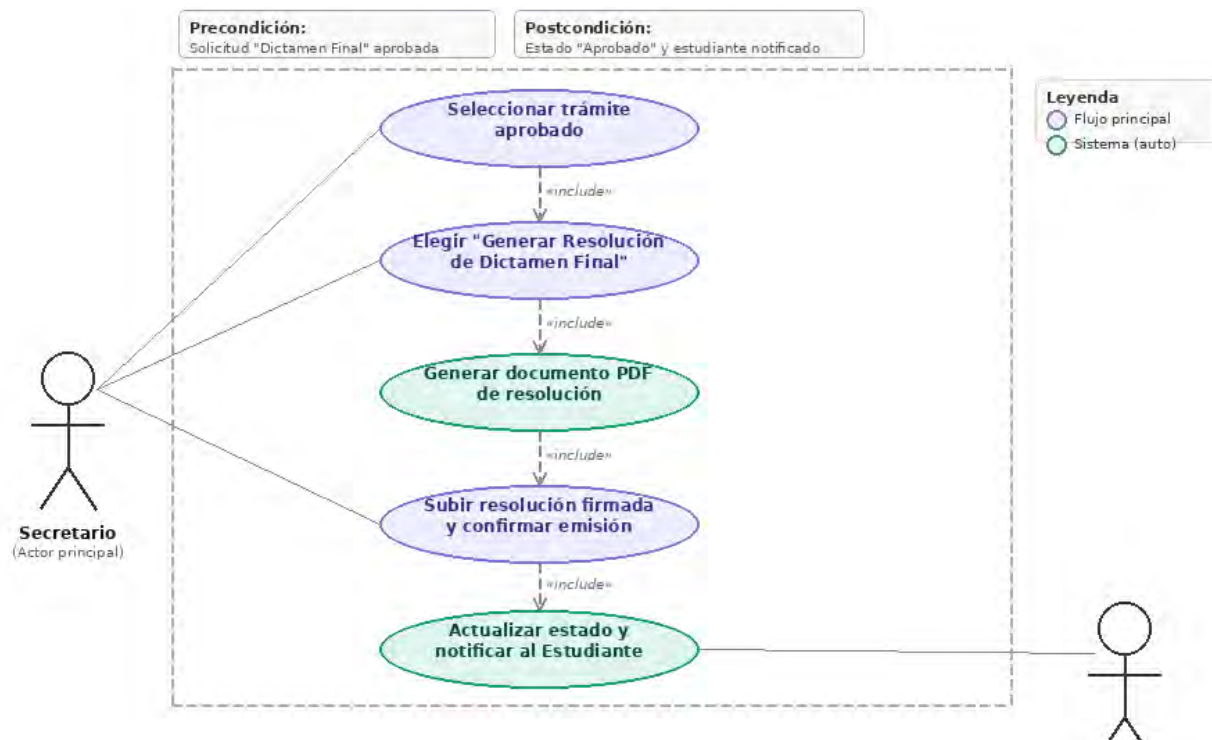
c. CU-12: Generar Resolución de Dictamen Final

- Actor Principal: Secretario

- Descripción: El Secretario emite la resolución que declara al estudiante "Apto para Sustentación", culminando oficialmente el proceso de revisión.
- Precondiciones: La solicitud de "Dictamen Final" ha sido aprobada.
- Postcondiciones: El estado del proceso cambia a "Aprobado" y el estudiante es notificado.
- Flujo Principal:
 1. El Secretario selecciona el trámite aprobado.
 2. Elige la opción "Generar Resolución de Dictamen Final".
 3. El sistema crea el documento PDF.
 4. El Secretario sube documento firmado y confirma la emisión.
 5. El sistema actualiza el estado y notifica al estudiante.

Figura 3. 16

Diagrama de casos de uso de “Generar resolución final”.



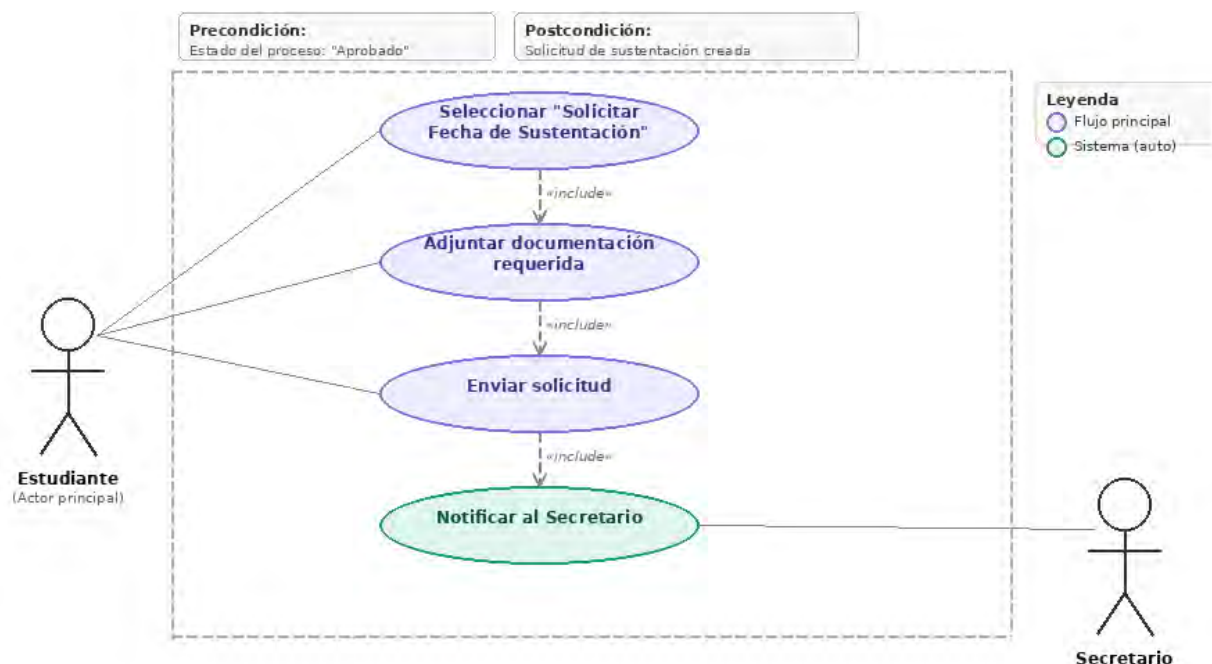
Fase 4: Nombramiento de jurado, fecha, hora y lugar de sustentación

a. CU-13: Solicitar Fecha de Sustentación y Jurado

- Actor Principal: Estudiante
- Descripción: El estudiante, ya declarado apto, solicita formalmente la programación de su defensa de tesis, fecha, hora y jurado.
- Precondiciones: El estado del proceso del estudiante es "Aprobado".
- Postcondiciones: Se crea una solicitud de sustentación para revisión del Secretario.
- Flujo Principal:
 1. El Estudiante selecciona la opción "Solicitar Fecha de Sustentación".
 2. Adjunta la documentación requerida.
 3. Envía la solicitud.
 4. El sistema notifica al Secretario.

Figura 3. 17

Diagrama de casos de uso de “Solicitar fecha de sustentación y jurado”.

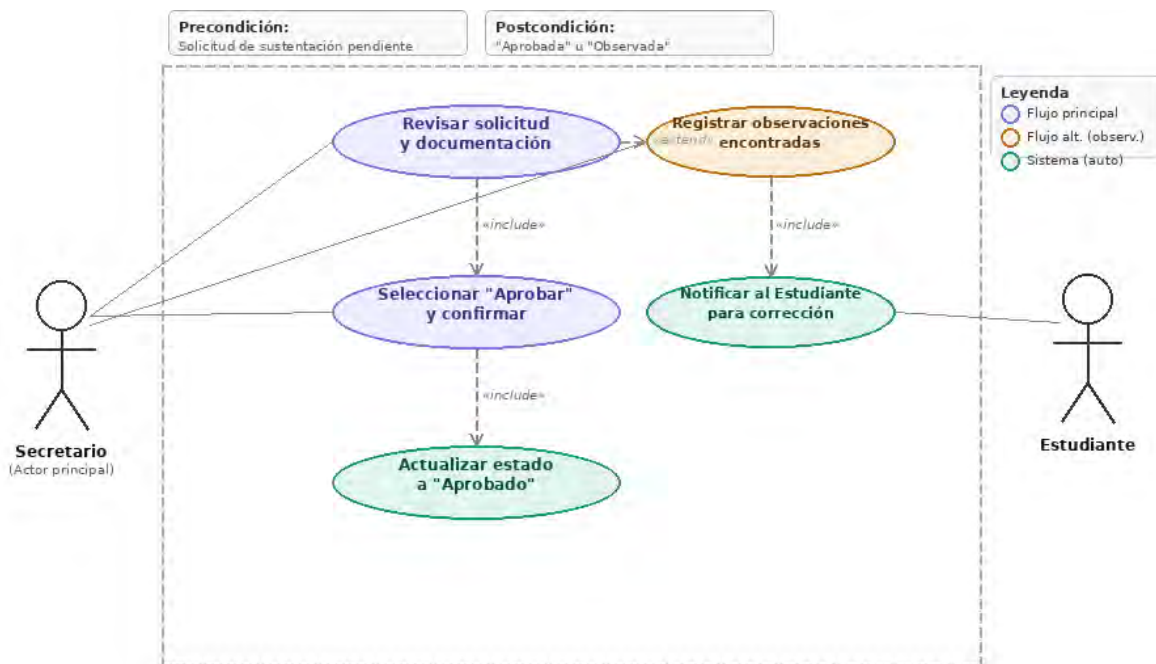


b. CU-14: Revisar Solicitud de Sustentación

- Actor Principal: Secretario
- Descripción: El Secretario válida la última solicitud para programar la sustentación, asignando jurado, fecha y hora.
- Precondiciones: Existe una solicitud de sustentación pendiente.
- Postcondiciones: La solicitud es "Aprobada"
- Flujo Principal (Aprobación):
 1. El Secretario revisa la solicitud y la documentación.
 2. Selecciona "Aprobar y Programar".
- Flujo Alternativo (Observación)
 - Si hay problemas, el Secretario puede "Observar" la solicitud para que el estudiante realice correcciones.

Figura 3. 18

Diagrama de casos de uso de “Solicitar sustentación”.

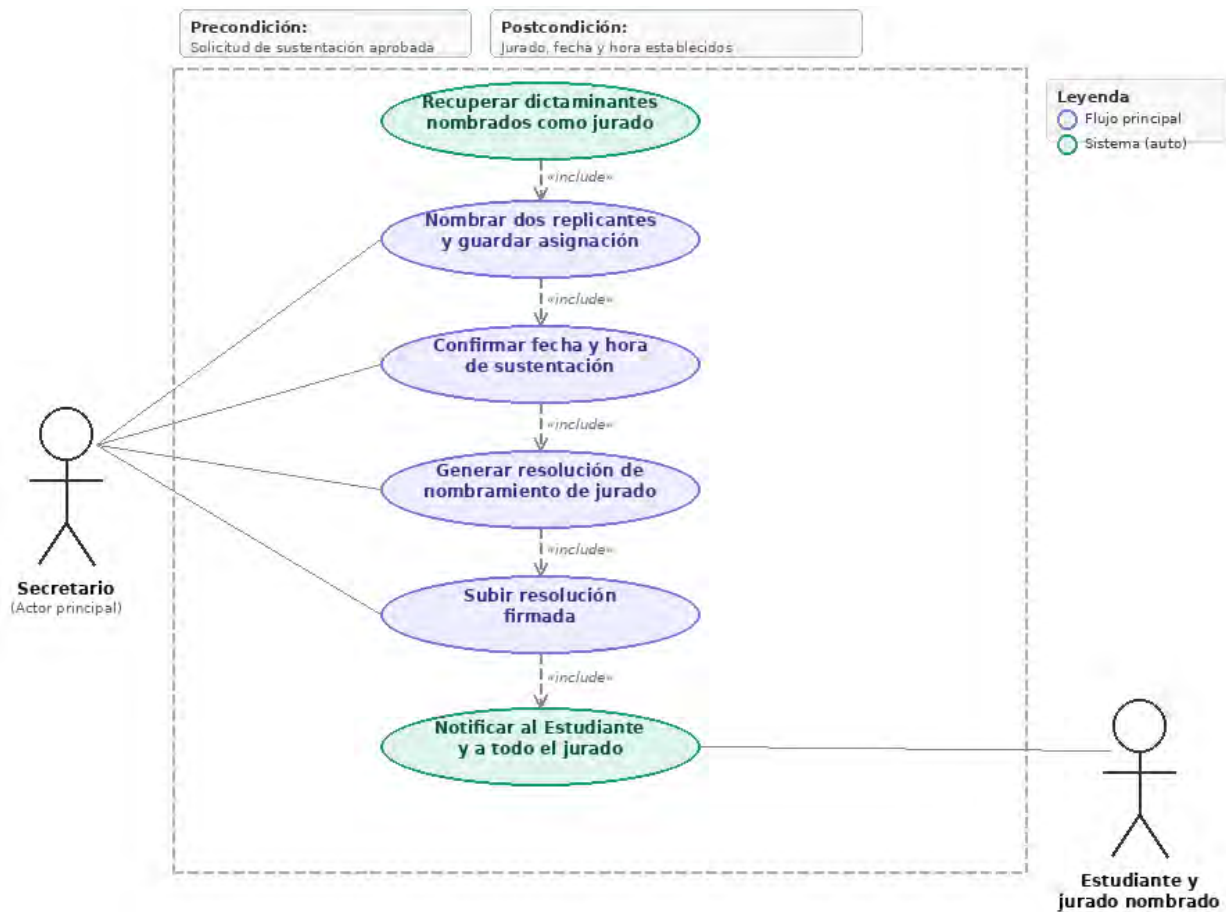


c. CU-15: Nombramiento de jurado, fecha y hora de sustentación

- Actor Principal: Secretario
- Descripción: El Secretario programa la sustentación, asignando jurado, fecha y hora.
- Precondiciones: Existe la solicitud aprobada.
- Postcondiciones: Se establece una fecha, hora y jurado para la sustentación.
- Flujo:
 1. El sistema recupera a los dictaminantes nombrados como parte del jurado.
 2. El Secretario nombra dos replicantes y guarda la asignación.
 3. El secretario vuelve a entrar a la solicitud para confirmar fecha y hora acordada previamente por los implicados.
 4. El secretario genera la resolución con la información necesaria.
 5. El secretario sube la resolución “Nombramiento de jurado, fecha y hora de sustentación” firmada.
 6. El sistema notifica al estudiante y a todo el jurado nombrado.

Figura 3. 19

Diagrama de casos de uso de “Nombramiento de jurado, fecha y hora de sustentación”.



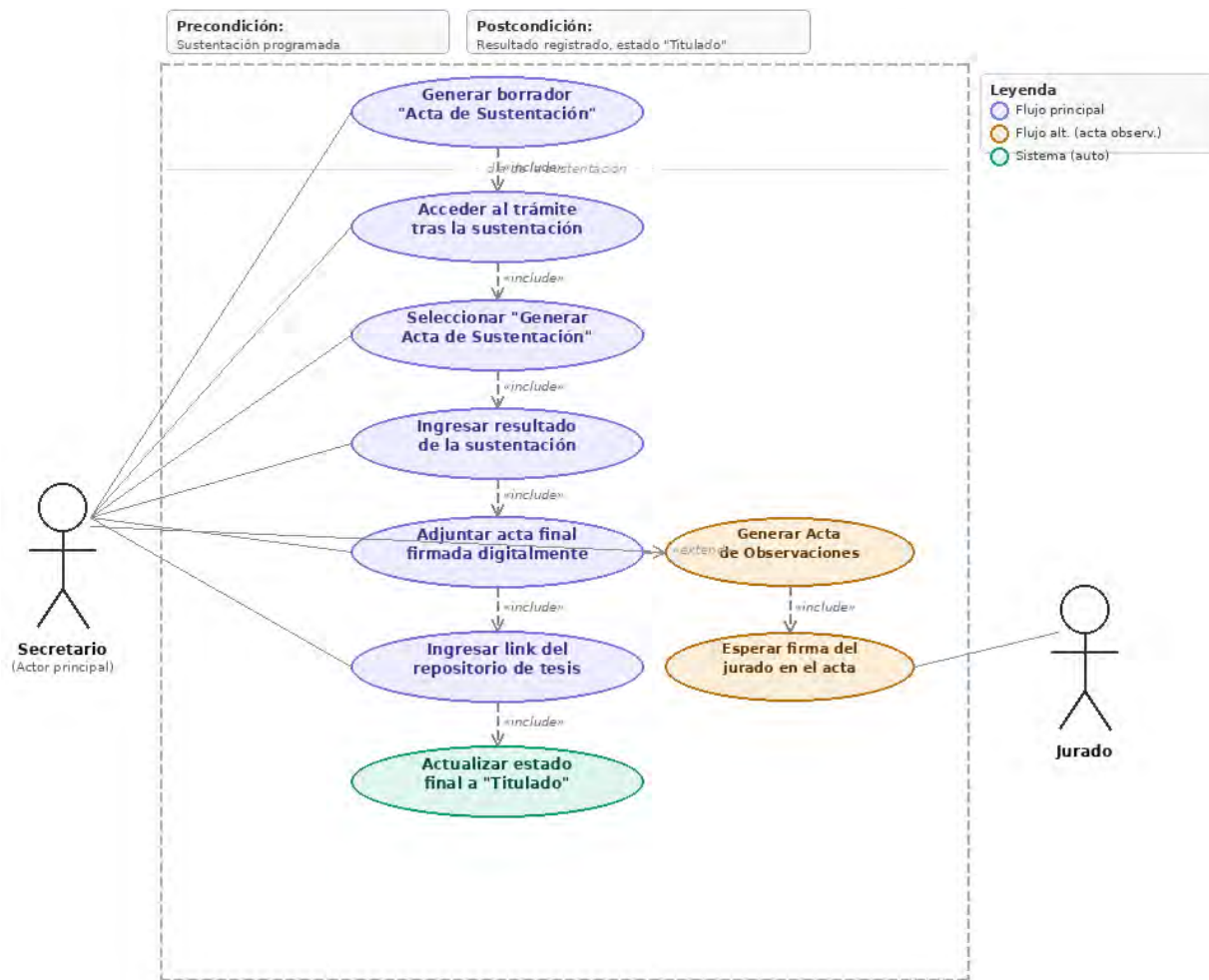
d. CU-16: Generar Actas en el día de la Sustentación

- Actor Principal: Secretario
- Descripción: El Secretario genera el acta de sustentación y, posteriormente, registra el resultado y emite otros documentos derivados.
- Precondiciones: Una sustentación ha sido programada.
- Postcondiciones: El resultado de la sustentación es registrado y los documentos finales son generados.
- Flujo Principal:

1. Antes de la sustentación, el Secretario genera un borrador del "Acta de Sustentación" desde el sistema.
2. Después de la sustentación, el Secretario accede nuevamente al trámite.
3. Selecciona la opción "Generar Acta de sustentación".
4. Ingresa el resultado
5. Adjunta el acta final firmada en formato digital.
6. Si aplica, genera el "Acta de Observaciones" para notificar a los jurados.
7. El secretario espera a que todos el jurado firme el Acta De Observaciones
8. El secretario ingresa el link del repositorio de la tesis.
9. El sistema actualiza el estado final del proceso a "Titulado".

Figura 3. 20

Diagrama de casos de uso de “Generar actas en el día de la sustentación”.



3.2.5. Diseño de interfaz de Usuario

Se definieron layouts base, paleta de colores institucional, tipografía y patrones de componentes reutilizables. La interfaz fue organizada por caso de uso, asociando cada pantalla al actor y a la acción específica dentro del flujo del proceso. Los mockups cubrieron las pantallas principales: login, dashboard por rol, formularios de inscripción, vistas de revisión, asignación de revisores/dictaminantes, evaluación docente, generación de resoluciones y actas, y administración de usuarios.

Figura 3. 21

Prototipo de login

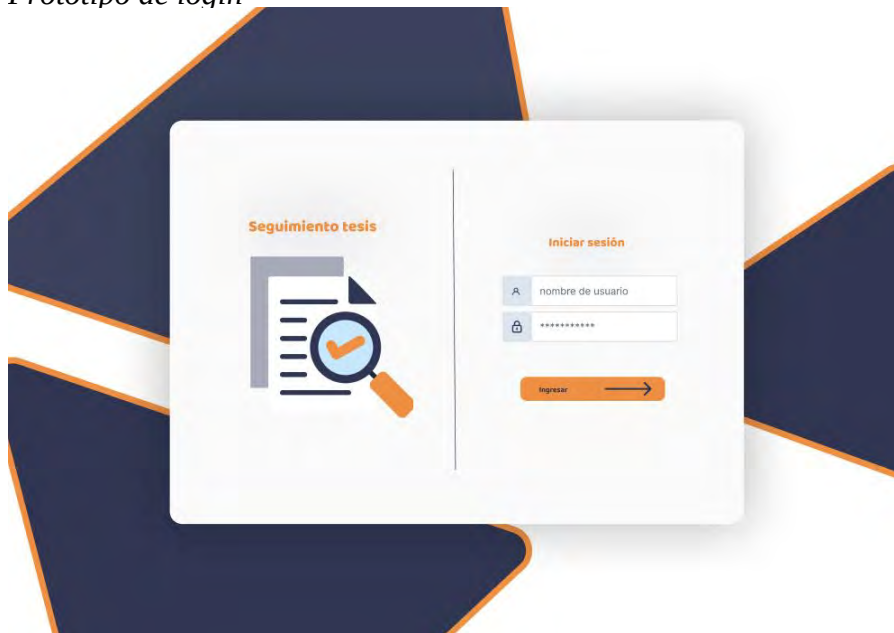


Figura 3. 22

Vista de Inicio/dashboard del estudiante.

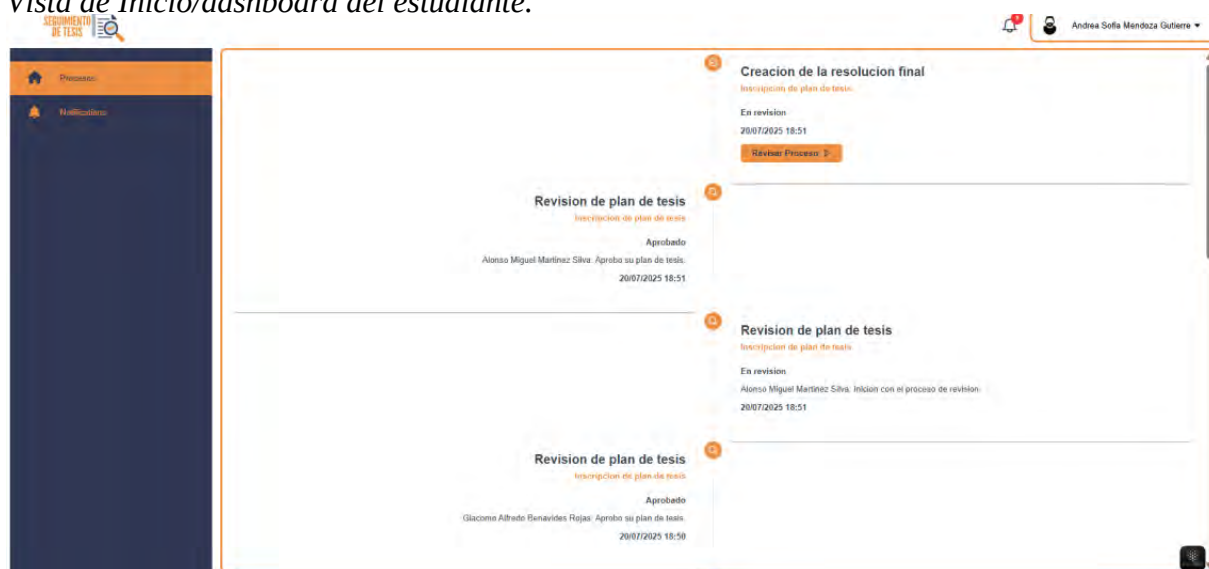
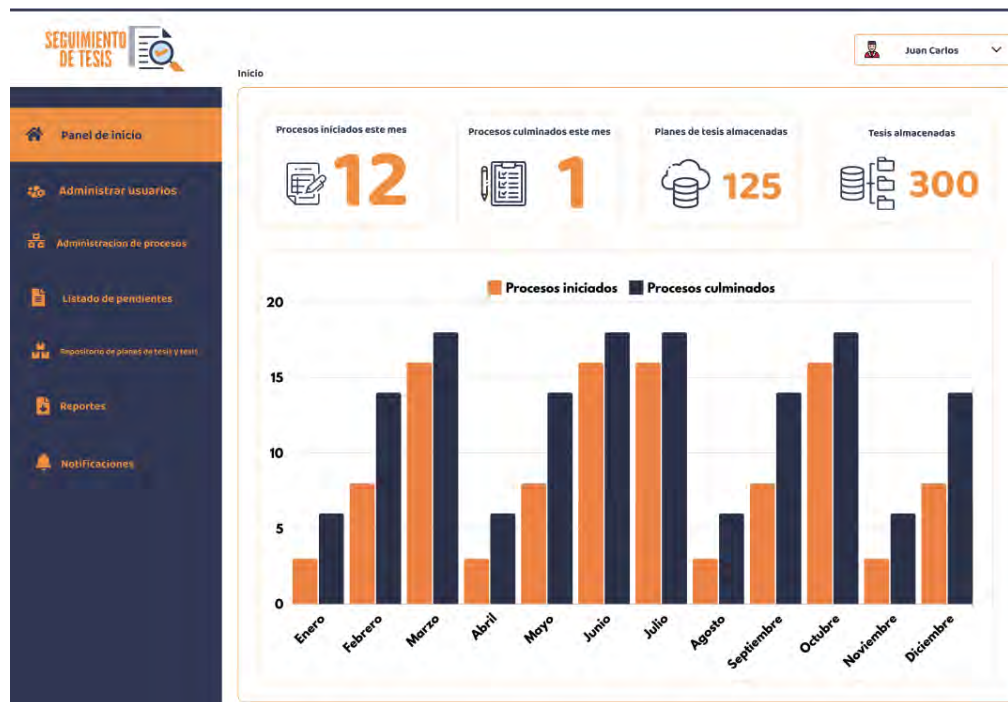


Figura 3. 23 Vista de Inicio/dashboard del administrador/secretario.



3.2.6. Diseño de base de datos

El modelo de datos se organiza en torno a los cuatro procesos administrativos del flujo de gestión de tesis: inscripción del plan, nombramiento de dictaminantes, dictamen final y nombramiento de jurados con programación de sustentación. La tabla **usuarios** constituye el núcleo central del modelo, de la cual se derivan **estudiantes** y **docentes** con información específica de cada perfil. El expediente principal de cada tesis se gestiona en **registrosPlanTesis**, que articula los demás módulos del sistema sirviendo como punto de referencia para los procesos subsiguientes. Cada proceso administrativo cuenta con su propio conjunto de tablas para la asignación de actores, registro de revisiones y seguimiento del flujo: las tablas de **asignacion**, **revision** y **registros** correspondientes gestionan respectivamente los docentes involucrados, sus observaciones y el estado de cada expediente. De manera complementaria, las tablas

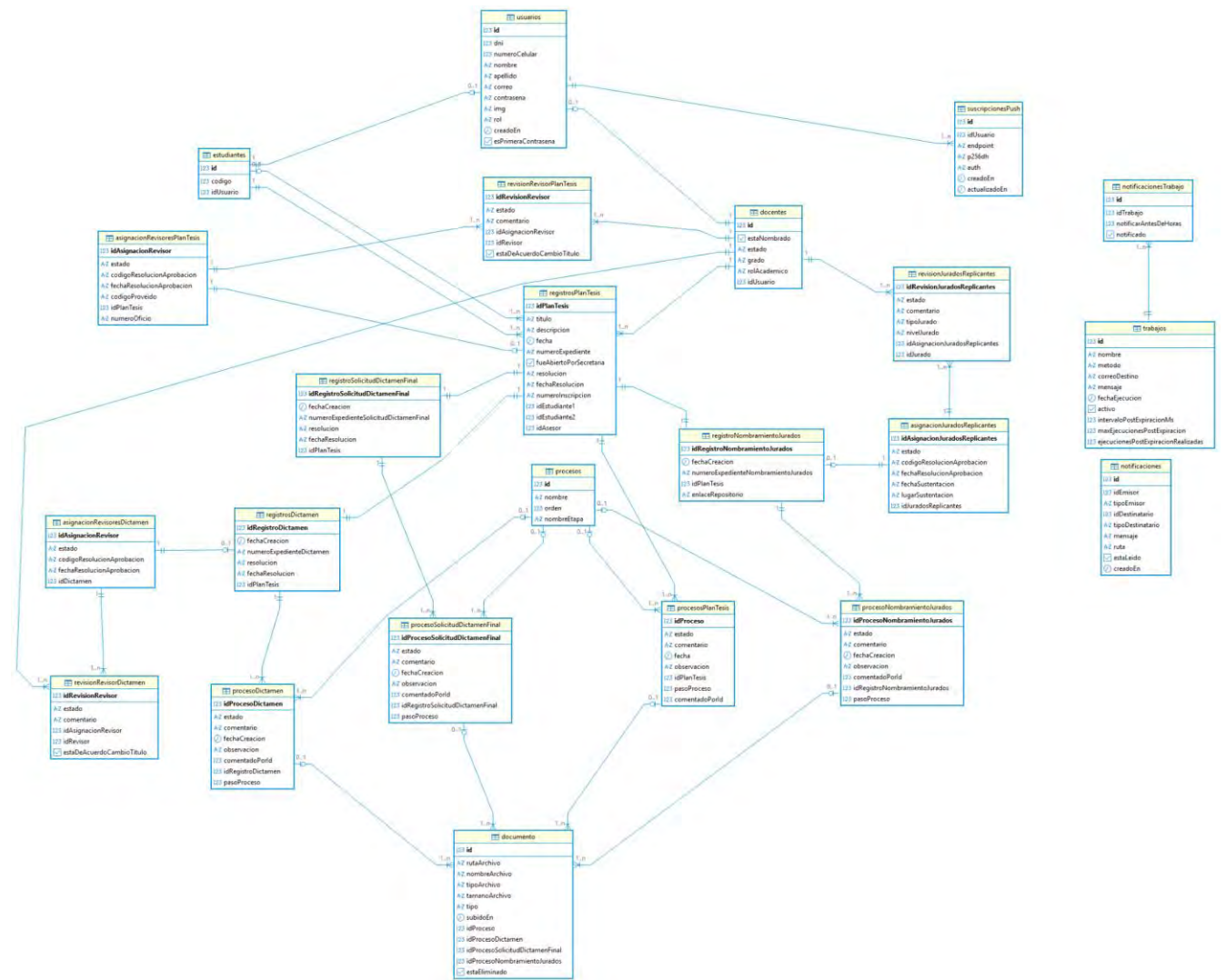
procesosPlanTesis, procesoDictamen, procesoSolicitudDictamenFinal y

procesoNombramientoJurados registran las etapas, comentarios y fechas de avance en cada proceso. La tabla **documento** centraliza las referencias a todos los archivos generados, vinculándolos a sus respectivos expedientes.

Finalmente, el modelo incorpora tres tablas destinadas a la comunicación y automatización: **notificaciones** gestiona los mensajes internos entre actores; **trabajos** almacena las tareas programadas que el sistema ejecuta automáticamente, como el envío de recordatorios ante la inacción de algún actor; y **notificacionesTrabajo** lleva el registro de cada ejecución realizada. Estas tablas no mantienen relaciones de clave foránea con el resto del modelo de forma deliberada, ya que constituyen una capa de infraestructura transversal que opera independientemente de la lógica de negocio, lo que favorece la escalabilidad y el mantenimiento del sistema.

Figura 3. 24

Diagrama de diseño de base de datos.



3.2.7. Casos de Prueba

Tabla 3. 5

Tabla de casos de prueba para el sprint 0

ID	Actor	Accion	Resultado Esperado	Estado
CP1	Equipo	Validar que los RF cubren todos los flujos del proceso de tesis	Todos los RF identificados tienen correspondencia con un caos de uso y una historia de usuario	Aprobado
CP2	Equipo	Validar que los RNF son coherentes con la arquitectura definida	Cada RNF tiene un componente de la arquitectura que los satisface (HTTPS, roles, responsivo)	Aprobado
CP3	Equipo	Revisar el modelo de la base de datos contra los requisitos funcionales	El modelo cubre todas las entidades necesarias para los 4 procesos del sistema	Aprobado
CP4	Equipo	Validar los wireframes contra los casos de uso definidos	Cada caso de uso tiene al menos una pantalla asociada en los mockups	Aprobado

CP5	Equipo	Verificar que la	Las capas de dominio, aplicación e	Aprobado
		arquitectura Clean	infraestructura están claramente definidas	
		Architecture	y son independientes	
		permite	separar	
		dominio	de	
		infraestructura		

3.3 Sprint 1

El primer sprint marcó el inicio del desarrollo efectivo del sistema. Partiendo del diseño de base de datos y la arquitectura definidos en el Sprint 1, se procedió a materializar la estructura del sistema implementando la conexión a la base de datos, la creación automática de las tablas de la Etapa 1 y los primeros servicios del backend. Paralelamente, se desarrollaron los componentes base del frontend en Angular, incluyendo el módulo de autenticación, el layout principal, el sistema de ruteo protegido por guards y el módulo de administración de usuarios. Al finalizar este sprint, el sistema contaba con una estructura funcional que serviría de base para todos los módulos desarrollados en los sprints posteriores.

3.3.1. *Implementación del Backend - Etapa 1*

La implementación del backend se realizó utilizando Bun.js bajo el patrón Clean Architecture. Al iniciar el servidor, el sistema establece la conexión con la base de datos PostgreSQL mediante las credenciales configuradas en el archivo `.env` y ejecuta automáticamente los scripts de creación de tablas, garantizando que la estructura definida en el diseño (Sprint 1, Figura 3.23) quede materializada en la base de datos sin intervención manual. En este sprint se crearon las tablas correspondientes a la Etapa 1: **usuarios**, **roles**, **sesiones** y **configuracion_sistema**.

Adicionalmente, se implementaron los siguientes servicios:

- Autenticación: endpoint de login con validación de credenciales y generación de token JWT. Primer inicio de sesión con cambio obligatorio de contraseña.

- Gestión de usuarios (CRUD): creación, edición, desactivación y listado de usuarios por el Administrador.
- Control de acceso: middleware de autorización que verifica el token JWT y el rol del usuario en cada petición.
- Configuración del sistema: endpoint para actualizar los datos institucionales (director de escuela, decano, secretario).
- Configuración de Amazon S3, como parte de la inicialización del backend, se configuró el cliente de Amazon S3 mediante las credenciales definidas en el archivo `.env` (AWS_ACCESS_KEY_ID, AWS_SECRET_ACCESS_KEY, AWS_REGION y S3_BUCKET), dejando el servicio de almacenamiento de documentos listo para ser utilizado a partir del sprint siguiente.

3.3.2. Implementación del Frontend - Etapa 1

Se desarrollaron los módulos y componentes base del frontend en Angular con arquitectura modular:

- Módulo de autenticación: pantalla de login con validación de formulario y gestión del token JWT en el cliente.
- Main Layout: estructura principal con barra de navegación lateral, header con datos del usuario y área de contenido principal.
- Sistema de ruteo (Angular Router): configuración de rutas protegidas por guards que verifican el token y el rol antes de permitir el acceso a cada módulo.
- Módulo de administración de usuarios: listado, creación y edición de usuarios por parte del Administrador.

- Componentes reutilizables: botones de acción, inputs de formulario, modales de confirmación, tablas con paginación, badges de estado, componente de carga de archivos y tarjetas de proceso.

Estos componentes reutilizables constituyeron la base visual de todos los módulos desarrollados en los sprints posteriores, garantizando consistencia en la interfaz y reduciendo el tiempo de desarrollo.

Figura 3. 25

Pantalla de login.

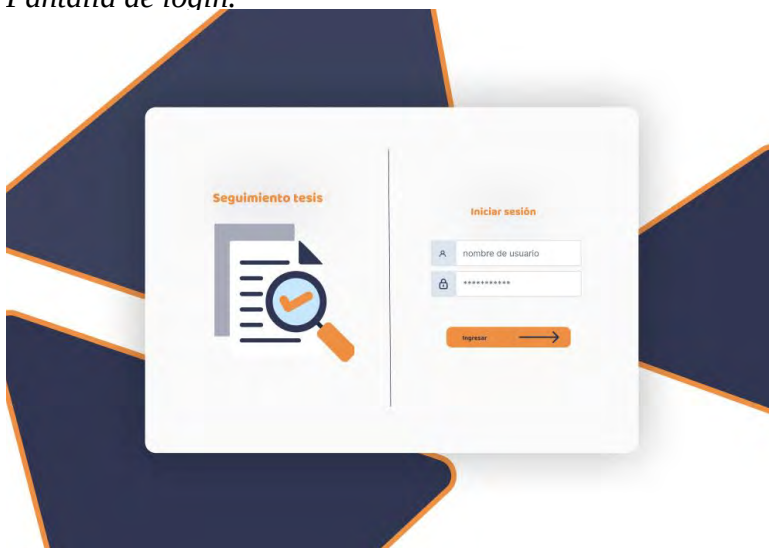


Figura 3. 26

Pantalla de Inicio/dashboard del estudiante

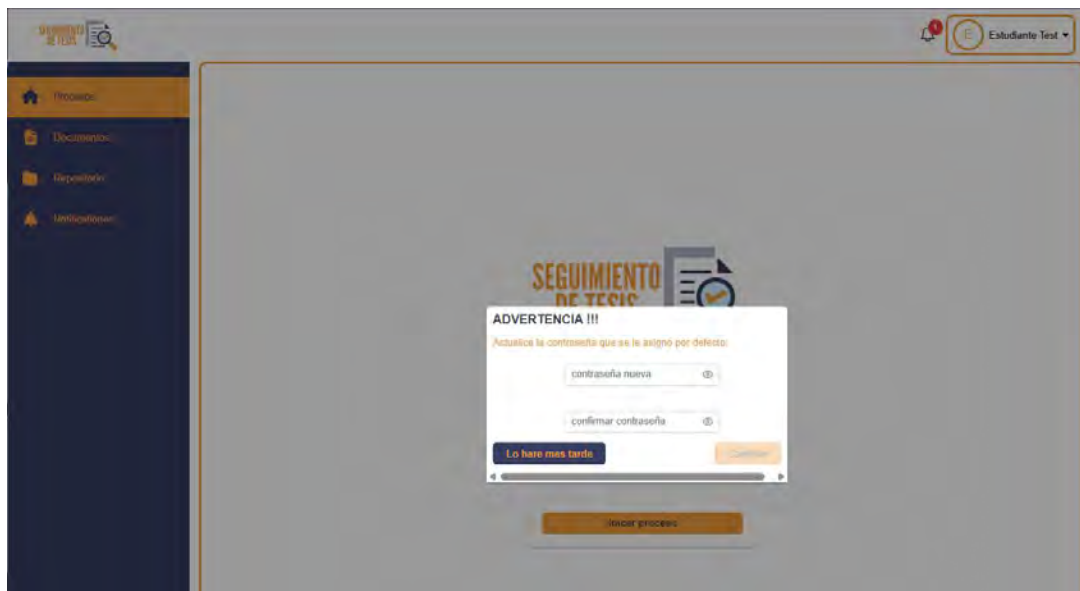


Figura 3. 27

Vista de Inicio/dashboard del administrador/secretario.

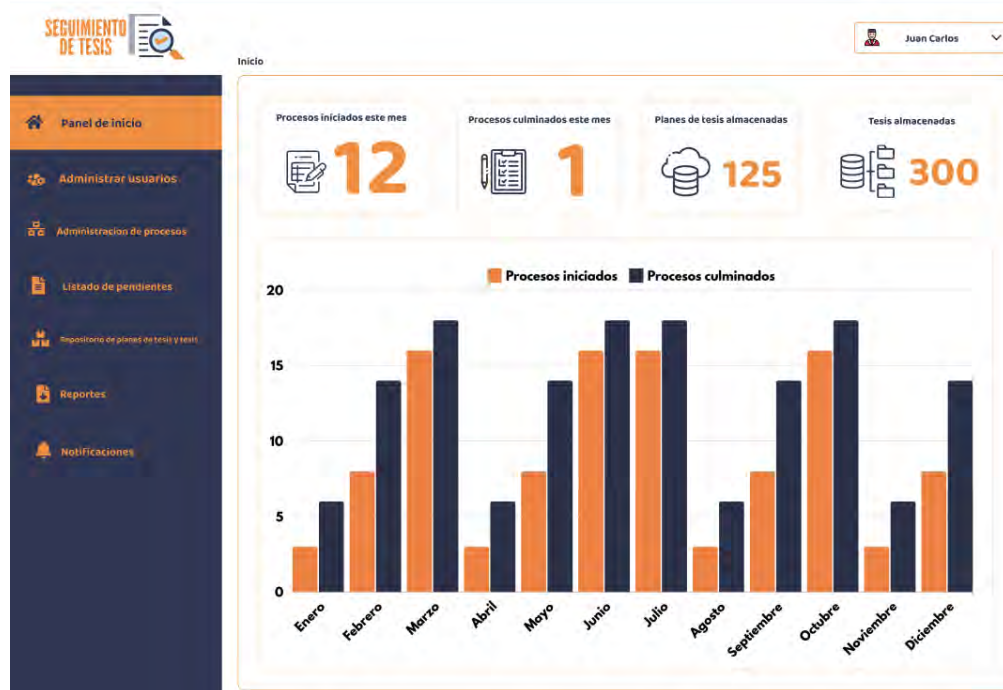


Figura 3. 28

Vista de administración de usuarios.

The user management interface includes a sidebar with navigation options and a main table of users. The table has columns for DNI, Grado, Nombres, Estado, Celular, Correo, and Opciones.

DNI	Grado	Nombres	Estado	Celular	Correo	Opciones
12121212	Magister	Ramirez Mercado James Antony	Activo - Nombrado	987654322	revisor2st@yopmail.com	[Edit] [Delete]
10000001	Doctor	Candia Oviedo Dennis Ivan	Activo - Nombrado	999888777	revisor3st@yopmail.com	[Edit] [Delete]
71893412	Doctor	Gutierrez Daza Gonzalo	Activo - Nombrado	889344555	170432@yopmail.com	[Edit] [Delete]
87654321	Magister	Ibaca cardenas lino aquiles	Activo - Nombrado	989898213	revisor5st@yopmail.com	[Edit] [Delete]
10000002	Magister	Medina Miranda Karella	Activo - Nombrado	999666555	revisor4st@yopmail.com	[Edit] [Delete]
12345678	Magister	Rozas Huacho Arturo Javier	Activo - Nombrado	987654321	revisor1st@yopmail.com	[Edit] [Delete]

3.3.3. Casos de prueba - Sprint 2: Base de Datos, Backend y Componentes

Tabla 3. 6

Tabla de casos de prueba para el sprint 1

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante /Docente/ Secretario	Iniciar sesión en el sistema	Acceso a la interfaz con el respectivo rol y redirección al panel correspondiente	Aprobado
CP2	Secretario	Iniciar sesión con credenciales incorrectas	El sistema rechaza el acceso y muestra mensaje de error, no se genera token JWT	Aprobado
CP3	Estudiante	Iniciar sesión por primera vez y sugerir cambio de contraseña	El sistema solicita cambio de contraseña obligatorio antes de permitir acceso al panel	Aprobado
CP4	Secretario	Administrar usuarios, agregar, editar y eliminar	Usuarios gestionados correctamente en el sistema	Aprobado

CP5	Secretario	Configurar información del sistema (director, decano, secretario)	Los datos institucionales se actualizan y quedan disponibles para la generación de documentos	
CP6	Estudiante	Intenta acceder a una ruta de administrador desde la URL del navegador	El guard de Angular bloquea el acceso y redirige al panel del estudiante	
CP7	Docente	Verificar que el layout y la navegación lateral muestran solo los módulos del rol docente	Solo se muestran los módulos correspondientes al rol docente	Aprobado

3.4 Sprint 2

El segundo sprint amplía las funcionalidades de la Etapa 1 del sistema, enfocándose en los roles de Administrador (Secretario) y Docente Revisor. Partiendo de la estructura base desarrollada en el Sprint 2, se implementó el motor de generación automática de documentos oficiales y el flujo completo de observaciones, permitiendo al Secretario revisar expedientes, emitir observaciones, asignar revisores y generar las resoluciones correspondientes. Por su parte, el Docente Revisor obtuvo la capacidad de evaluar el plan de tesis asignado, registrar observaciones y emitir su aprobación con calificación. Al finalizar este sprint, el sistema contaba con el flujo completo de la Etapa 1 para los roles de Administrador y Docente.

3.4.1 Generación Automática de Documentos

Se implementó el motor de generación de documentos del sistema, que permite crear automáticamente los documentos administrativos a partir de los datos registrados en la base de datos. El flujo funciona de la siguiente manera: el sistema genera una plantilla PDF rellena con los datos del expediente, el Secretario la descarga, obtiene las firmas necesarias (director de escuela, decano) y la sube al sistema como versión oficial firmada. Este flujo garantiza que los documentos reflejen fielmente la información registrada, eliminando errores de transcripción manual.

- Plantilla de resolución de nombramiento de revisores: generada con los datos del proceso (estudiante, título, revisores, fecha).
- Plantilla de resolución final de aprobación del plan de tesis: generada con los datos consolidados del proceso.

3.4.2. Flujo de Observaciones - Roles Secretario y Docente

Rol Secretario:

- Revisión de la inscripción del plan de tesis: el Secretario visualiza todos los documentos adjuntos por el estudiante y puede aprobar la solicitud o registrar observaciones con campo de texto libre.
- Al registrar observaciones, el estado de la solicitud cambia automáticamente a 'Observado' y el sistema notifica al estudiante.
- Al aprobar, el estado cambia a 'Aprobado' y se adjunta la especie valorada correspondiente.

Rol Docente Revisor:

- El docente visualiza el plan de tesis asignado, puede descargarlo junto con los documentos informativos (resolución y proveído).
- Puede registrar observaciones en un campo de texto, lo que cambia el estado a 'Observado' y notifica al estudiante.
- Puede solicitar un cambio de título del plan de tesis; esta solicitud sólo es válida si ambos revisores la realizan de forma coincidente.
- Al aprobar, ingresa su calificación y firma, generando el reporte de evaluación y el informe correspondiente.

3.4.3 Integración con Amazon S3

Para el almacenamiento y gestión de los documentos adjuntos por los usuarios, se implementó la integración completa con el servicio Amazon S3 de AWS. Desde el backend en

Bun.js se desarrolló un servicio dedicado que centraliza todas las operaciones sobre el bucket configurado:

- **Subida de archivos (upload):** cuando un usuario adjunta un documento al sistema, el archivo es enviado directamente al bucket de S3, donde queda almacenado de forma segura con un nombre único generado automáticamente para evitar colisiones.
- **Descarga mediante URLs firmadas:** para la descarga de documentos, el sistema genera URLs firmadas con tiempo de expiración, garantizando que solo los usuarios autorizados puedan acceder a cada archivo durante un periodo limitado.
- **Eliminación de archivos:** cuando un documento es reemplazado por una versión corregida, el archivo anterior es eliminado del bucket para evitar la acumulación de archivos obsoletos.

Figura 3. 29

Código del servicio de aws

```
TP.Backend > src > infrastructure > storage > s3ServiceAWS.ts > uploadFileToS3
1  import { S3Client, PutObjectCommand, DeleteObjectCommand, GetObjectCommand } from "@aws-sdk/client-s3";
2  import dotenv from "dotenv";
3  import fs from "fs";
4  import path from "path";
5  import mime from "mime-types";
6  import { getSignedUrl } from "@aws-sdk/s3-request-presigner";
7  import { Readable } from "stream";
8
9  dotenv.config();
10
11  // Configurar cliente AWS S3
12  const s3Client = new S3Client({
13    region: process.env.AWS_REGION,
14    credentials: {
15      accessKeyId: process.env.AWS_ACCESS_KEY_ID!,
16      secretAccessKey: process.env.AWS_SECRET_ACCESS_KEY!,
17    },
18  });
19
20  const bucketName = process.env.S3_BUCKET as string;
21
22  /**
23   * Sube un archivo a S3 y devuelve la URL pública.
24   * @param filePath Ruta local del archivo.
25   * @param fileName Nombre del archivo en S3.
26   * @returns URL pública del archivo subido.
27   */
28  export async function uploadFileToS3(filePath: string, fileName: string): Promise<{url: string, size:string}> {
29    let uploadedUrl = "";
30    let fileSize = 0;
31    try {
32      if (!fs.existsSync(filePath)) {
33        throw new Error(`El archivo ${filePath} no existe o fue eliminado.`);
34      }
35
36      const fileStats = fs.statSync(filePath);
37      fileSize = fileStats.size;
38
39      // Leer el archivo en memoria
40      const fileBuffer = fs.readFileSync(filePath);
41
42      // Determinar el tipo de contenido dinámicamente
43      const contentType = mime.lookup(filePath) || "application/octet-stream";
44      const safeFileName = path.basename(fileName);
45      const uniqueFileName = `${Date.now()}-${safeFileName}`;
46      console.log("Subiendo archivo a AWS S3...");
47
48      const uploadParams = {
49        Bucket: bucketName,
50        Key: `thesis-documents/${uniqueFileName}`,
51        Body: fileBuffer,
52        ContentType: contentType,
53      };
54
55      await s3Client.send(new PutObjectCommand(uploadParams));
56
57      uploadedUrl = `https://${bucketName}.s3.amazonaws.com/thesis-documents/${uniqueFileName}`;
58    } catch (error) {
59      console.error("❌ Error al subir el archivo a S3:", error);
60      throw new Error(`Error al subir el archivo`);
61    } finally {
62      if (uploadedUrl) fs.unlinkSync(filePath);
63    }
64
65    return {url:uploadedUrl, size:fileSize.toString()};
66  }
67
68  --
```

Figura 3. 30

Vista del Secretario para revisar y aprobar el plan de tesis.

SEGUIMIENTO DE TESIS

Secretario Test

1 Inscripción de Plan de Tesis

2 Asignación de Dictaminantes

3 Solicitud de documentos para el plan de tesis

4 Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis

Documentos

Notificaciones

Revisión de datos

Inscripción de plan de tesis:

Características:

Numero de expediente: S10012

Título: "Clasificación y Detección de Ciberataques Usando Redes Neuronales Profundas"

Descripción: Entrenar un modelo de deep learning que identifique patrones de tráfico malicioso en redes, clasificando ataques como phishing, DDoS o malware

Autores: - 200001 | Patricio Estrella Sardelli

Asesor: - DR. Valeria Soledad Mendoza Cáceres

Aug 12, 2025

Documentos Existentes:

Documento	Nombre	Tamaño	Acción
Carta de aceptación del asesor - S10012.pdf	Carta de aceptación del asesor	0.0012 MB	Ver
Ficha de seguimiento - S10012.pdf	Ficha de seguimiento	0.0011 MB	Ver
Plan de tesis - S10012.pdf	Plan de tesis	0.0011 MB	Ver

para APROBAR pulsa una SOLICITUD VALORADA en caso contrario realiza un COMENTARIO

Observaciones:

soló una SOLICITUD VALORADA

Figura 3. 31

Vista Docente para registrar observaciones del plan de tesis.

SEGUIMIENTO DE TESIS

Dennis Ivan Candia Ovies

1 Revisión de inscripción de plan de tesis

2 Revisión de nombramiento de dictaminadores de tesis

4 Revisión de sustentaciones como DICTAMINANTE

4 Revisión de sustentaciones como REPLICANTE

Asesores

Reposición

Notificaciones

Descripción:

Tiempo restante: 9 días, 23 horas, 47 minutos, 50 segundos

Estado del revisión: En revisión

Numero de expediente: 030420261

Título: "Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos"

Descripción: "Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos"

Autores: - 181818 | Mansol Flores Diaz

Asesor: Karelia Medina Miranda

Documentos:

- Documentos Informativos
- Archivo a Revisar

Observaciones:

Solicitud de cambio de título

Continuar Revisión

Figura 3. 32

Vista Docente para aprobar el plan de tesis.

3.4.4 Casos de prueba - Sprint 3: Roles Secretario y Docente

Tabla 3. 7

Tabla de casos de prueba para el sprint 2

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Secretario	Revisar los documentos adjuntos de una inscripción de plan de tesis	El sistema muestra correctamente todos los documentos adjuntos por el estudiante con opción de descarga	Aprobado
CP2	Secretario	Registrar observaciones sobre una inscripción y	Las observaciones quedan registradas, el estado cambia a	Aprobado

		enviarlas al estudiante	"Observado" y el estudiante recibe la notificación	
CP3	Secretario	Aprobar una inscripción de plan de tesis	El estado cambia a "Aprobado" y el estudiante es notificado para continuar	Aprobado
CP4	Secretario	Asignar dos revisores a un plan de tesis aprobado	Los revisores quedan asignados correctamente	Aprobado
CP5	Docente	Generar la plantilla de resolución de nombramiento de revisores	La plantilla PDF se genera correctamente con los datos del proceso (estudiante, título, revisores, fecha)	Aprobado
CP6	Docente	Subir la resolución de nombramiento firmada al sistema	El documento firmado queda registrado en el sistema y disponible para descarga por los implicados y notifica al estudiante y a los revisores	Aprobado
CP7	Docente	Descargar el plan de tesis y documentos informativos asignados	Los documentos se descargan correctamente desde el sistema	Aprobado

CP8	Docente	Registrar observaciones sobre el plan de tesis asignado	Las observaciones quedan registradas, el estado cambia a "Observado" y el estudiante es notificado	Aprobado
CP9	Docente / Secretario	Ambos revisores solicitan cambio de título del plan de tesis de forma coincidente	El Secretario es notificado cuando ambos revisores coinciden en la solicitud de cambio de título	Aprobado
CP10	Docente	Aprobar el plan de tesis e ingresar calificación y firma	La aprobación queda registrada con la calificación; se genera el reporte de evaluación correctamente	Aprobado
CP11	Secretario	Generar la resolución final de aprobación del plan de tesis	La plantilla de resolución final se genera con los datos consolidados del proceso (estudiante, título, revisores, calificaciones)	Aprobado
CP12	Secretario	Intentar generar la resolución final cuando solo un revisor ha aprobado	El sistema bloquea la acción e indica que ambos revisores deben aprobar antes de generar la resolución	Aprobado

3.5 Sprint 3

El tercer sprint completó el ciclo de la Etapa 1 del sistema implementando las funcionalidades correspondientes al rol Estudiante. Hasta el sprint anterior, el sistema permitía al Secretario y al Docente Revisor gestionar y evaluar los expedientes; sin embargo, el estudiante aún no contaba con la capacidad de responder a las observaciones recibidas. En este sprint se implementó el flujo completo de correcciones, las validaciones en el envío de archivos y las restricciones de reenvío según el estado del expediente. Al finalizar este sprint, la Etapa 1 quedó completamente operativa con el ciclo de comunicación cerrado entre los tres roles del sistema: Estudiante, Docente Revisor y Secretario.

3.5.1 Validaciones en el envío de archivos

Se implementó un sistema de validaciones para controlar la carga de archivos por parte del estudiante:

- Validación de formato: solo se aceptan archivos en los formatos permitidos por el sistema (PDF, DOCX, JPG/PNG).
- Validación de tamaño: cada archivo tiene un límite máximo para garantizar el rendimiento del sistema.
- Restricción de re-envío: el estudiante solo puede volver a enviar documentos cuando su expediente se encuentra en estado "Observado", impidiendo modificaciones fuera del flujo establecido.
- Especificación de tipo de documento: al cargar cada archivo, el estudiante debe indicar el tipo de documento (plan de tesis, carta de asesoría, ficha de seguimiento, entre otros).

3.5.2 Flujo de correcciones del estudiante

Se desarrolló el flujo completo que permite al estudiante atender las observaciones recibidas tanto del Secretario como de los Docentes Revisores:

- El estudiante recibe una notificación cuando su expediente pasa a estado "Observado".
- Accede al sistema y visualiza las observaciones registradas de forma clara y organizada.
- Realiza las correcciones necesarias y sube los documentos corregidos al sistema.
- El sistema notifica automáticamente al Secretario o al Docente correspondiente sobre la corrección enviada.
- El expediente vuelve a estado "En revisión" para que el receptor evalúe los documentos corregidos.

Figura 3. 33

Vista del Estudiante para corregir la inscripción de plan de tesis.

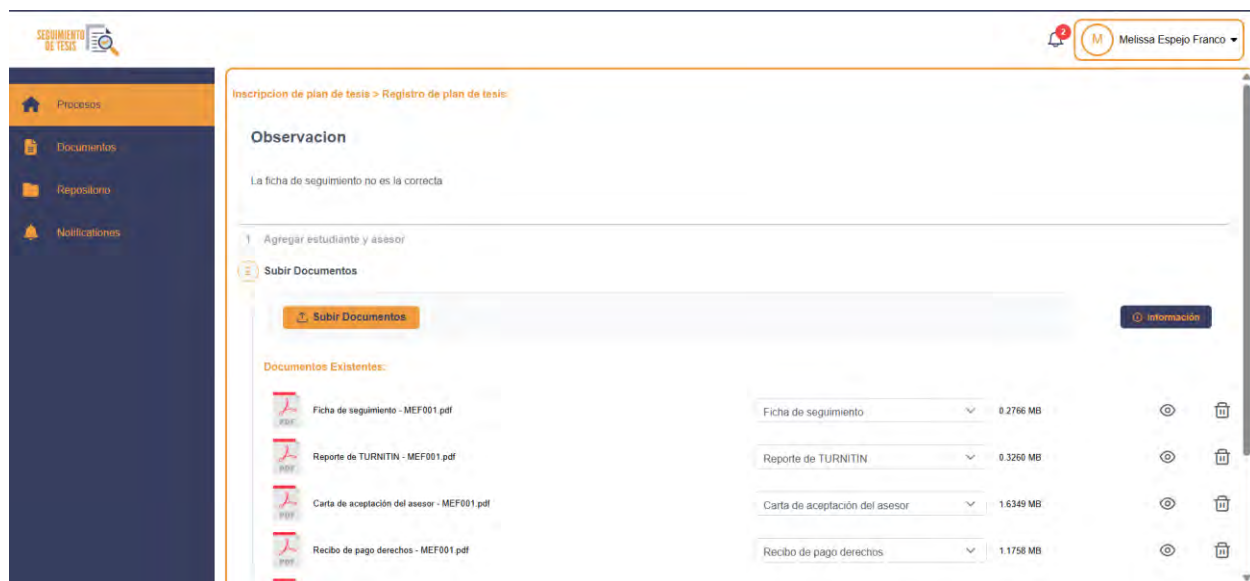


Figura 3. 34

Vista del Estudiante para corregir la tesis

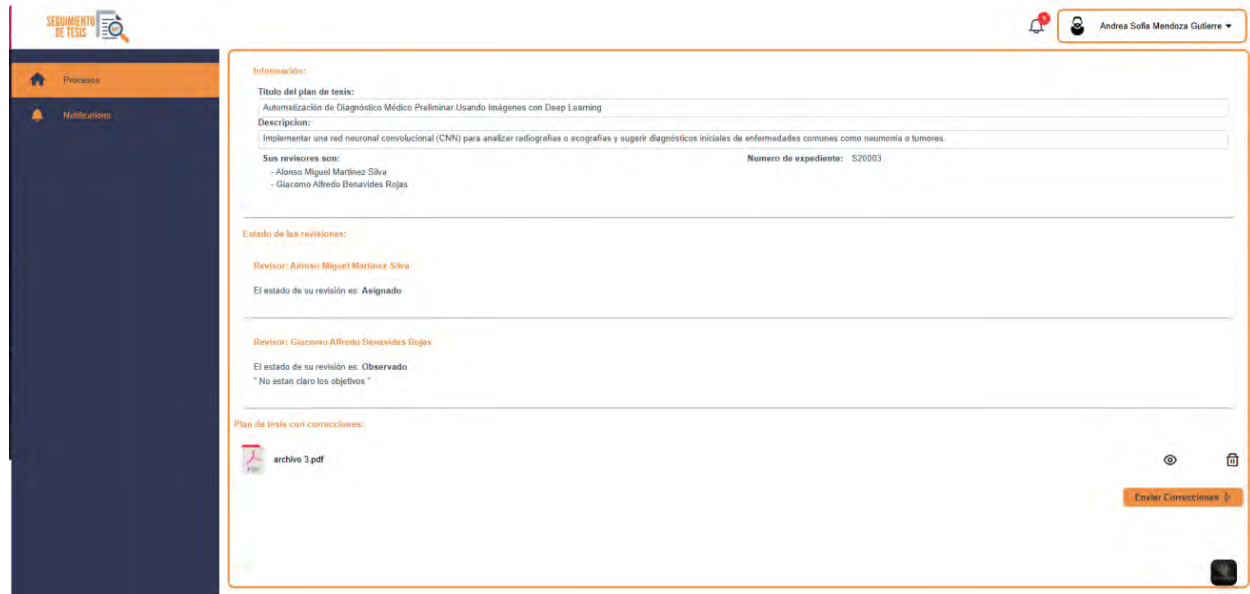
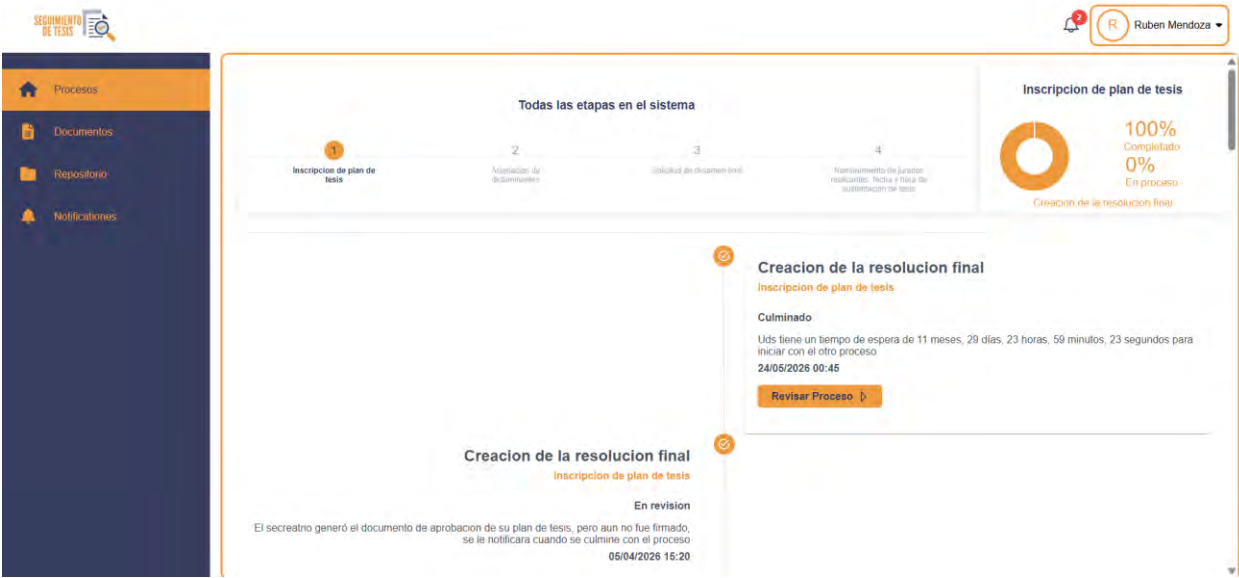


Figura 3. 35

Vista del Estudiante cuando la etapa 1 fue completada.



3.5.3 Casos de prueba - Sprint 3: Rol estudiante

Tabla 3. 8

Tabla de casos de prueba para el sprint 3

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante	Visualizar las observaciones registradas por el Secretario sobre su plan de tesis	El sistema muestra las observaciones de forma clara con el detalle del comentario registrado	Aprobado
CP2	Estudiante	Subir documentos corregidos en respuesta a las	Los documentos corregidos quedan registrados, el estado vuelve a "En revisión" y el Secretario es notificado	Aprobado

		observaciones del Secretario		
CP3	Estudiante	Visualizar las observaciones registradas por el Docente Revisor	El sistema muestra las observaciones del Docente con el detalle del comentario registrado	Aprobado
CP4	Estudiante	Subir documento corregido en respuesta a las observaciones del Docente Revisor	El documento corregido queda registrado, el estado vuelve a "En revisión" y el Docente es notificado	Aprobado
CP5	Estudiante	Intentar subir un archivo en formato no permitido (por ejemplo .exe o .zip)	El sistema rechaza el archivo y muestra un mensaje de error indicando los formatos válidos permitidos	Aprobado
CP6	Estudiante	Intentar modificar o enviar documentos cuando el expediente está en estado "En revisión"	La vista de corrección de plan de tesis; no está disponible ya que el sistema no permite modificaciones fuera del estado "Observado"	Aprobado

CP7	Estudiante	Verificar que el expediente muestra el estado "Aprobado" una vez que ambos revisores han aprobado el plan	El estado del expediente se actualiza correctamente a "Aprobado" y el estudiante es notificado para continuar con la Etapa 2	Aprobado
CP8	Secretario	Verificar que recibe la notificación cuando el estudiante envía sus correcciones	El Secretario recibe la notificación indicando que el estudiante ha enviado documentos corregidos	Aprobado
CP9	Docente	Verificar que recibe la notificación cuando el estudiante responde sus observaciones	El Docente Revisor recibe la notificación indicando que el estudiante ha enviado documentos corregidos	Aprobado

3.6 Sprint 4

El cuarto sprint inició el desarrollo de la Etapa 2 del sistema: Nombramiento de Dictaminantes. Con la Etapa 1 completamente operativa, este sprint se enfocó en implementar el siguiente proceso del ciclo de gestión de tesis, creando las tablas de base de datos necesarias, los endpoints del backend y las vistas del frontend correspondientes. Al igual que en los sprints anteriores, se reutilizaron los componentes base desarrollados en la Etapa 1, lo que permitió reducir significativamente el tiempo de implementación y mantener la consistencia visual del sistema. Al finalizar este sprint, el sistema contaba con el flujo completo de la Etapa 2, permitiendo al estudiante solicitar el nombramiento de dictaminantes, al Secretario revisar y asignar a los docentes correspondientes, y a los dictaminantes evaluar la tesis asignada.

3.6.1. Creación de las tablas - Etapa 2

En este sprint se implementaron las tablas correspondientes a la Etapa 2 del sistema, cuya estructura fue definida durante el Sprint 1 (ver Figura 3.23):

- **tramite_dictaminantes:** almacena la solicitud de nombramiento de dictaminantes, número de expediente, estado y fechas del proceso.
- **proceso_dictamen:** gestiona en qué estado se encuentra el dictamen, esta tabla será la encargada de manejar el historial de todo el proceso de esta etapa
- **asignacion_dictaminantes:** registra los dos docentes designados como dictaminantes, con referencias a la tabla de usuarios.
- **evaluacion_tesis:** almacena las observaciones y aprobaciones emitidas por cada dictaminante, con estado, calificación y fecha.

3.6.2 Implementación del backend - Etapa 2

Se implementaron los endpoints REST para los cuatro casos de uso de la Etapa 2:

- **CU-06 (Solicitar Nombramiento):** endpoint POST para que el estudiante registre su solicitud adjuntando los documentos requeridos y su número de expediente. Al registrarse, el sistema notifica automáticamente al Secretario.
- **CU-07 (Revisar Solicitud):** endpoint PUT para que el Secretario cambie el estado de la solicitud (Aprobado / Observado) y registre observaciones. El sistema notifica al estudiante ante cualquier cambio de estado.
- **CU-08 (Asignar Dictaminantes):** endpoint para registrar la asignación de los dos docentes dictaminantes, con sugerencia automática de los revisores que participaron en la Etapa 1. Genera la plantilla de resolución de nombramiento y notifica a los dictaminantes una vez subida la resolución firmada.
- **CU-09 (Evaluar Tesis):** endpoints para que cada dictaminante registre sus observaciones o emita su aprobación, generando su informe de viabilidad. Incluye el flujo de solicitud de cambio de título cuando ambos dictaminantes coinciden en la observación.

3.6.3 Implementación del frontend - Etapa 2

Se desarrollaron las vistas del frontend para los cuatro casos de uso de la Etapa 2, reutilizando los componentes de formularios, tablas, modales y badges de estado desarrollados en la Etapa 1:

- **Vista del Estudiante:** formulario para iniciar el trámite de nombramiento de dictaminantes, con campo de número de expediente y carga de documentos.

- **Vista del Secretario para revisar la solicitud:** visualización de documentos adjuntos, campo de observaciones y botones de aprobación u observación.
- **Vista del Secretario para asignar dictaminantes:** lista de docentes disponibles con sugerencia automática de los revisores previos, generación de plantilla de resolución y carga de resolución firmada.
- **Vista del Docente Dictaminante:** descarga de la tesis y documentos informativos, campo de observaciones, solicitud de cambio de título y aprobación con generación de informe de viabilidad.

Figura 3. 36

Vista Estudiante para iniciar con la inscripción de asignación de dictaminantes

SEGUIMIENTO DE TESIS

Proceso

Notificación

Andrea Sofia Mendoza Gutierrez

Transferencias de profesores dictaminadores de tesis - Inscripción de dictaminadores de tesis

1. Agregar actualizado y nuevo

2. Subir Documentos

3. Datos del plan de tesis

Nº expediente de: Andrea Sofia Mendoza Gutierrez

520003

Título del plan de tesis:

Automatización de Diagnóstico Médico Preliminar Usando Imágenes con Deep Learning

Descripción:

Implementar una red neuronal convolucional (CNN) para analizar radiografías o ecografías y sugerir diagnósticos iniciales d

4. Seleccionar documentos

Enviar Correcciones

Figura 3. 37

Vista Administrador/Secretario observar/aprobar la asignación de dictaminantes.

The screenshot shows the 'Asignación de Dictaminantes' view. The sidebar on the left contains the following menu items: Panel de inicio, Administrador de usuarios, Inscripción de Plan de Tesis, Asignación de Dictaminantes (highlighted), Solicitud de dictamen final de tesis, Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis, Documentos, and Notificaciones. The main content area has a progress bar with three steps: 1. Inscripción de tesis, 2. Asignación de dictaminantes (current step), and 3. Solicitud de tesis. Below the progress bar, the 'Características' section displays: Número de expediente: S20012, Título: 'Clasificación y Detección de Ciberataques Usando Redes Neuronales Profundas', Descripción: Entrenar un modelo de deep learning que identifique patrones de tráfico malicioso en redes, clasificando ataques como phishing, DDoS o malware, and Autores: +200001 | Patricio Estrella Sardelli. The 'Asesor' section shows: DR Valeria Soledad Mendoza Cáceres. A date stamp 'Aug 12, 2025' is visible. The 'Documentos Existentes' section lists three files: 'archivo 6.pdf' (0.0012 MB), 'archivo 5.pdf' (0.0011 MB), and 'archivo 4.pdf' (0.0011 MB). Below this, a blue box contains the text: 'para APROBAR suba una SOLICITUD VALORADA en caso contrario realiza un COMENTARIO'. There is a '+ archivo 3.pdf' button. The 'Solicitud Valorada (Nombramiento de profesores dictaminadores de tesis)' section shows a file 'Solicitud Valorada(Nombramiento de profesores dictaminadores de tesis)' (0.0011 MB). At the bottom, there are 'Cancelar' and 'Aprobar' buttons.

Figura 3. 38

Vista Secretario para designar dictaminantes

The screenshot shows the 'Asignación de Dictaminantes' view for the Secretary. The sidebar on the left contains the following menu items: Panel de inicio, Administrador de usuarios, Inscripción de Plan de Tesis, Asignación de Dictaminantes (highlighted), Solicitud de dictamen final de tesis, Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis, Documentos, and Notificaciones. The main content area has a progress bar with three steps: 1. Inscripción de tesis, 2. Asignación de dictaminantes y creación de resolución (current step), and 3. Solicitud de tesis. Below the progress bar, the 'Dicentes elegibles' section shows 'DR Giacomo Alfredo Benavides Rojas'. The 'Dicente elegido de forma aleatoria' section shows 'MG Alonso Migoel Martinez Silva'. The 'Información requerida para la RESOLUCIÓN' section displays: Número de resolución: 45454, -2025-FIEEM-UNSAAC, and Número de resolución del APTO AL TÍTULO de: Patricio Estrella Sardelli, 4454, -2025-EPIIS-FIEEM-UNSAAC. The 'Fecha donde se declaró la RESOLUCIÓN de APTO AL TÍTULO de: Patricio Estrella Sardelli' is 07/09/2025. The 'Información requerida para el OFICIO' section displays: Número de oficio: 12, -2025-EPIIS-FIEEM-UNSAAC. A 'Generar documentos' button is visible. The 'Documentos Generados' section lists two files: 'OFICIO_DE_NOMBRAMIENTO_DE_DICTAMEN-S20012.pdf' (0.1576 MB) and 'RESOLUCION_NOMBRAMIENTO_DE_DICTAMINADORES-S20012.pdf' (0.2622 MB).

Figura 3. 39

Vista del Docente para registrar observaciones de la tesis

The screenshot displays the 'SEGUIMIENTO DE TESIS' interface. On the left is a dark sidebar with a menu containing: '1 Revisión de inscripción de plan de tesis', '2 Revisión de nombramiento de determinaciones de tesis', '4 Revisión de sustentaciones como DICTAMINANTE', '4 Revisión de sustentaciones como REPLICANTE', and 'Notificaciones'. The main content area is titled 'Descripción' and shows details for a thesis with 'Estado del revision: En revision', 'Numero de expediente: S20093', 'Titulo: "Automatización de Diagnóstico Médico Preliminar Usando Imágenes con Deep Learning"', and 'Descripción: Implementar una red neuronal convolucional (CNN) para analizar radiografías o ecografías y sugerir diagnósticos iniciales de enfermedades comunes como neumonía o tumores'. It lists 'Autores: -456789 | Andrea Sofia Mendoza Gutierrez' and 'Asesor: -Valeria Soledad Mendoza Cáceres'. Below this is a 'Documentos' section with 'Documentos Informativos' and 'Archivo a Revisar' containing a file 'archivo 4.pdf' (0.0011 MB). The 'Observaciones' section shows a message: 'Se ha revisado su comentario: "No están claros los objetivos"'. At the bottom right, there is a 'Registrar observación' button and a 'Generar documento de forma individual' button.

Figura 3. 40

Vista Docente para aprobar la tesis

This screenshot shows the same 'SEGUIMIENTO DE TESIS' interface as Figure 3.39, but with additional options for approving the thesis. The 'Observaciones' section now includes a 'Registrar observación' button and a text input field containing 'Se ha revisado su comentario: "No están claros los objetivos"'. Below the input field is a 'Generar documento de forma individual' button. At the bottom right, there is a 'Generar documento de forma grupal' button. The sidebar and main content area details remain the same as in the previous figure.

3.6.4 Casos de prueba

Tabla 3. 9

Tabla de casos de prueba para el sprint 4

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante	Verificar que el botón de inicio de la Etapa 2 solo se habilita cuando la Etapa 1 está aprobada	El botón aparece habilitado únicamente cuando la Etapa 1 tiene estado "Aprobado"	Aprobado
CP2	Estudiante	Registrar la solicitud de nombramiento de dictaminantes adjuntando los documentos requeridos	La solicitud queda registrada correctamente y el Secretario recibe la notificación	Aprobado
CP3	Secretario	Revisar los documentos adjuntos de la solicitud de	El sistema muestra correctamente todos los documentos adjuntos con opción de descarga	Aprobado

		nombramiento de dictaminantes		
CP4	Secretario	Registrar observaciones sobre la solicitud de nombramiento de dictaminantes	Las observaciones quedan registradas, el estado cambia a "Observado" y el estudiante es notificado	Aprobado
CP5	Estudiante	Subir documentos corregidos en respuesta a las observaciones del Secretario en la Etapa 2	Los documentos corregidos quedan registrados, el estado vuelve a "En revisión" y el Secretario es notificado	Aprobado
CP6	Secretario	Aprobar la solicitud de nombramiento de dictaminantes	El estado cambia a "Aprobado" y el estudiante es notificado.	Aprobado
CP7	Secretario	Asignar dictaminantes verificando que el sistema sugiere automáticamente los	Los revisores de la Etapa 1 aparecen preseleccionados en la lista de dictaminantes disponibles	Aprobado

		revisores de la		
		Etapas 1		
CP8	Secretario	Generar la plantilla de resolución de nombramiento de dictaminantes	La plantilla PDF se genera correctamente con los datos del proceso (estudiante, título, dictaminantes, fecha)	Aprobado
CP9	Secretario	Subir la resolución de nombramiento de dictaminantes firmada	El documento firmado queda registrado en S3 y los dictaminantes son notificados	Aprobado
CP10	Docente	Descargar la tesis y los documentos informativos del proceso asignado	Los documentos se descargan correctamente desde Amazon S3	Aprobado
CP11	Docente	Registrar observaciones sobre la tesis asignada	Las observaciones quedan registradas, el estado cambia a "Observado" y el estudiante es notificado	Aprobado
CP12	Estudiante	Subir la tesis corregida en respuesta a las	El documento corregido queda registrado y el Docente Dictaminante es notificado	Aprobado

		observaciones del Dictaminante		
CP13	Docente/ Secretario	Ambos dictaminantes solicitan cambio de título de la tesis de forma coincidente	El Secretario es notificado cuando ambos dictaminantes coinciden en la solicitud de cambio de título	Aprobado
CP14	Docente	Aprobar la tesis y generar el informe de viabilidad	La aprobación queda registrada y el informe de viabilidad se genera correctamente con los datos del proceso	Aprobado
CP15	Sistema	Verificar que el estado de la Etapa 2 avanza a "Aprobado" cuando ambos dictaminantes han aprobado la tesis	El sistema actualiza el estado correctamente y notifica al estudiante para continuar con la Etapa 3	Aprobado

3.7 Sprint 5

El quinto sprint fue un sprint de ajuste y refinamiento sobre la Etapa 2 del sistema. Tras una revisión del flujo implementado en el sprint anterior junto con el Secretario de la Escuela Profesional, se identificó que el proceso contaba con un paso intermedio innecesario que generaba fricción en la navegación del usuario. Se determinó que el proceso 3 de las vistas podía integrarse en los procesos adyacentes, simplificando el flujo sin perder ninguna funcionalidad. Adicionalmente, se ejecutaron pruebas de regresión sobre todos los flujos de la Etapa 2 para garantizar que la simplificación no introdujera errores en los módulos ya desarrollados. Al finalizar este sprint, la Etapa 2 quedó con una estructura más limpia, intuitiva y alineada con el flujo real de trabajo del Secretario.

3.7.1 *Refactorización y redistribución de lógica*

Tras analizar el flujo de la Etapa 2, se identificó que el proceso 3 de las vistas representaba un paso redundante que podía fusionarse con el proceso 2, simplificando la experiencia del usuario sin afectar la funcionalidad del sistema. Los cambios realizados fueron los siguientes:

- **Frontend:** las funcionalidades del proceso 3 fueron integradas al proceso 2 (Revisión de la solicitud por el Secretario), añadiendo secciones adicionales dentro de la misma vista. Se eliminaron las rutas y componentes del proceso 3 del módulo de la Etapa 2.
- **Sistema de ruteo:** se actualizó la configuración del Angular Router para reflejar la nueva estructura de navegación, eliminando las rutas huérfanas y redirigiendo correctamente hacia los procesos activos.

- **Estados del expediente:** se actualizaron los estados intermedios del expediente para mantener consistencia con la nueva lógica simplificada, garantizando que el flujo de notificaciones y cambios de estado funcionara correctamente con la nueva estructura.
- **Pruebas de regresión:** se ejecutaron pruebas sobre todos los flujos de la Etapa 2 para verificar que la simplificación no introdujera errores en los módulos de solicitud, revisión, asignación y evaluación.

Tabla 3. 10 *Tabla de comparación del sprint anterior con el actual*

Antes (Sprint 5)	Después (Sprint 6)
Proceso 1: Solicitud del Estudiante	Proceso 1: Solicitud del Estudiante
Proceso 2: Revisión del Secretario	Proceso 2: Revisión y gestión del Secretario (fusionado con proceso 3)
Proceso 3: Gestión documental (eliminado)	—
Proceso 4: Asignación de Dictaminantes	Proceso 3: Asignación de Dictaminantes

Esta simplificación redujo la cantidad de pasos que el Secretario debía realizar para completar la Etapa 2, mejorando la experiencia de usuario y disminuyendo la complejidad percibida del sistema.

3.7.2 Casos de prueba

Tabla 3. 11

Tabla de casos de prueba para el sprint 5

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Secretario	Verificar que el flujo de la Etapa 2 se completa correctamente con 3 procesos tras la simplificación	El flujo de solicitud, revisión y asignación de dictaminantes se completa sin errores con la nueva estructura	Aprobado
CP2	Secretario	Verificar que las funcionalidades del proceso 3 eliminado están disponibles dentro del proceso 2	Todas las acciones del proceso eliminado son accesibles desde el proceso 2 sin pérdida de funcionalidad	Aprobado
CP3	Sistema	Verificar que las rutas del proceso 3 eliminado no generan errores de navegación	El sistema redirige correctamente; no existen rutas huérfanas que generen errores 404	Aprobado
CP4	Estudiante	Navegar por el flujo completo de la Etapa 2 tras la simplificación	El estudiante puede completar la solicitud, corregir observaciones y ver el estado	Aprobado

			final sin encontrar pantallas huérfanas	
CP5	Secretario	Verificar que los cambios de estado del expediente funcionan correctamente con la nueva lógica simplificada	Los estados (Iniciado, En revisión, Observado, Aprobado) se actualizan correctamente en el flujo simplificado	Aprobado
CP6	Sistema	Verificar que las notificaciones se envían correctamente con la nueva estructura de procesos	Las notificaciones al estudiante y al Secretario se envían correctamente en cada cambio de estado	Aprobado
CP7	Docente	Verificar que el flujo de evaluación del Docente Dictaminante no fue afectado por la simplificación	El Docente puede acceder, evaluar y aprobar la tesis sin ningún cambio en su flujo de trabajo	Aprobado
CP8	Sistema	Ejecutar prueba de regresión completa sobre todos los flujos de la Etapa 2	Todos los casos de prueba del Sprint 5 se ejecutan correctamente tras la simplificación	Aprobado

3.8 Sprint 6

El sexto sprint desarrolló la Etapa 3 del sistema: Dictamen Final. Con las Etapas 1 y 2 completamente operativas, este sprint implementó el proceso que formaliza la aprobación de la tesis por parte de los dictaminantes mediante la emisión de la resolución de dictamen final, documento que declara oficialmente al estudiante apto para proceder con la sustentación. Gracias a la arquitectura modular adoptada desde el inicio del proyecto, los componentes reutilizables y el servicio de Amazon S3 desarrollados en sprints anteriores fueron aprovechados directamente, reduciendo significativamente el tiempo de implementación. Al finalizar este sprint, el sistema contaba con el flujo completo de la Etapa 3, permitiendo al estudiante solicitar el dictamen final, al Secretario revisar la documentación y generar la resolución correspondiente que habilita al estudiante para iniciar la Etapa 4.

3.8.1 Creación de tablas - Etapa 3

En este sprint se implementaron las tablas correspondientes a la Etapa 3 del sistema, cuya estructura fue definida durante el Sprint 1 (ver Figura 3.23):

- **tramite_dictamen_final:** almacena la solicitud de dictamen final registrada por el estudiante, incluyendo el número de expediente, el estado actual del proceso y las fechas de registro y actualización.
- **procesos_dictamen_final:** gestiona los procesos por los que ha pasado esta etapa.

- **resoluciones_dictamen_final**: almacena los datos de la resolución de dictamen final generada por el Secretario, tanto la versión sin firmar como la versión oficial firmada subida al sistema.

3.8.2 Implementación del backend - Etapa 3

Se implementaron los tres endpoints correspondientes a los casos de uso de la Etapa 3:

- **CU-10 (Solicitar Dictamen Final)**: endpoint POST para que el estudiante registre su solicitud adjuntando los documentos requeridos y su número de expediente. Este endpoint solo está habilitado cuando el expediente tiene estado "Aprobado" en la Etapa 2, garantizando que el flujo se respete. Al registrarse la solicitud, el sistema notifica automáticamente al Secretario.
- **CU-11 (Revisar Solicitud)**: endpoint PUT para que el Secretario cambie el estado de la solicitud (Aprobado / Observado) y registre observaciones en caso necesario. El sistema notifica al estudiante ante cualquier cambio de estado.
- **CU-12 (Generar Resolución de Dictamen Final)**: endpoint para la generación de la plantilla de resolución de dictamen final con los datos consolidados del proceso. Una vez generada, el Secretario descarga la plantilla, obtiene las firmas correspondientes y sube la versión firmada al sistema. Con la carga de la resolución firmada, el estado del expediente se actualiza a "Culminado" y el sistema notifica automáticamente al estudiante para que pueda continuar con la Etapa 4.

3.8.3 Implementación del frontend - Etapa 3

Se desarrollaron las vistas del frontend para los tres casos de uso de la Etapa 3, reutilizando íntegramente los componentes de formularios, tablas, modales, badges de estado y el servicio de Amazon S3 desarrollados en sprints anteriores:

- Vista del Estudiante: formulario para iniciar la solicitud de dictamen final, con campo de número de expediente y carga de documentos. El acceso a esta vista solo se habilita cuando la Etapa 2 está en estado "Aprobado".
- Vista del Secretario para revisar la solicitud: visualización de los documentos adjuntos por el estudiante, campo de observaciones y botones de aprobación u observación.
- Vista del Secretario para generar la resolución: botón de generación de la plantilla de resolución, visualización del documento generado y carga de la resolución firmada.

Incluye las validaciones implementadas en el Sprint 8 para garantizar que todos los datos estén completos antes de permitir la generación

Figura 3. 41

Vista Estudiante para inscribir/iniciar la solicitud de dictamen final de tesis



The screenshot shows a web application interface for a student to submit a final thesis dictamen. On the left is a dark blue sidebar with icons for 'Procesos', 'Notificaciones', and 'Documentos'. The main content area has a light orange header with the title 'Solicitud de dictamen final de tesis - Registro de solicitud de dictamen final'. Below the header is a progress bar with four steps: 1. Agregar estudiante y asesor, 2. Subir Documentos, 3. Datos del plan de tesis (currently active), and 4. Seleccionar documentos. The 'Datos del plan de tesis' section contains three input fields: 'Nº expediente de' (with the value 'S30007'), 'Título del plan de tesis' (with the value 'Clasificación y Detección de Ciberataques Usando Redes Neuronales Profundas'), and 'Descripción' (with the value 'Entrenar un modelo de deep learning que identifique patrones de tráfico malicioso en redes, clasificando ataques como phishing, DDoS o malware.'). At the bottom of the form are two buttons: 'Seleccionar documentos' and 'Enviar'.

Figura 3. 42

Vista Secretario/Administrador para observar la solicitud de dictamen final de tesis.

SEGUIMIENTO DE TESIS

Panel de inicio
Administrador de usuarios
1. Inscripción de Plan de Tesis
2. Asignación de Dictaminadores
3. Solicitud de dictamen final de tesis
4. Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis
Documentos
Notificaciones

Revisión de datos

Registro de solicitud de dictamen final de tesis

Características:

Numero de expediente: S30007

Título: "Clasificación y Detección de Ciberataques Usando Redes Neuronales Profundas"

Descripción: Entrenar un modelo de deep learning que identifique patrones de tráfico malicioso en redes, clasificando ataques como phishing, DDoS o malware.

Autores: - 200001 | Patricio Estrella Sardelli

Asesor: - DR. Valeria Soledad Mendoza Cáceres

Aug 12, 2025

Documentos Existentes:

Archivo	Formato	Tamaño	Acción
archivo 9.pdf	PDF	0.0011 MB	🔍
archivo 5.pdf	PDF	0.0011 MB	🔍
archivo 8.pdf	PDF	0.0012 MB	🔍

ⓘ para APROBAR suba una SOLICITUD VALORADA en caso contrario realice un COMENTARIO

Observación:

📄 subir una SOLICITUD VALORADA

Figura 3. 43

Vista Secretario/Administrador para aprobar la solicitud de dictamen final de tesis.

SEGUIMIENTO DE TESIS

Panel de inicio
Administrador de usuarios
1. Inscripción de Plan de Tesis
2. Asignación de Dictaminadores
3. Solicitud de dictamen final de tesis
4. Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis
Documentos
Notificaciones

Revisión de datos

Numero de resolución para el Dictamen Final: 2322 -2025-FIEIM-UNSAAC Generar resolución

Numero de Informe: 334 -2025-EPIS-FIEIM-UNSAAC

Documentos

Archivo	Tamaño	Acción
RESOLUCION_DE_DICTAMEN_FINAL-S30007.pdf	0.3064 MB	🔍
Solicitud Valorada(Registro de solicitud de dictamen final de tesis)	0.0011 MB	🔍

🗑 Cancelar y volver a revisar

📤 Enviar Documentos y aprobar proceso

3.8.4 Casos de prueba

Tabla 3. 12

Tabla de casos de prueba para el sprint 6

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante	Verificar que el botón de inicio de la Etapa 3 solo se habilita cuando la Etapa 2 está aprobada	El botón aparece habilitado únicamente cuando la Etapa 2 tiene estado "Aprobado"	Aprobado
CP2	Estudiante	Registrar la solicitud de dictamen final adjuntando los documentos requeridos	La solicitud queda registrada correctamente y el Secretario recibe la notificación	Aprobado
CP3	Secretario	Revisar los documentos adjuntos de la solicitud de	El sistema muestra correctamente todos los documentos adjuntos con opción de descarga	Aprobado

		nombramiento de dictaminantes		
CP4	Secretario	Registrar observaciones sobre la solicitud de dictamen final	Las observaciones quedan registradas, el estado cambia a "Observado" y el estudiante es notificado	Aprobado
CP5	Estudiante	Subir documentos corregidos en respuesta a las observaciones del Secretario en la Etapas 3	Los documentos corregidos quedan registrados, el estado vuelve a "En revisión" y el Secretario es notificado	Aprobado
CP6	Secretario	Aprobar la solicitud de dictamen final	El estado cambia a "Aprobado" y el sistema habilita la generación de la resolución	Aprobado
CP7	Secretario	Generar la plantilla de resolución de dictamen final	La plantilla PDF se genera correctamente con los datos consolidados del proceso (estudiante, título, dictaminantes, fecha)	Aprobado

CP8	Secretario	Subir la resolución de dictamen final firmada al sistema	El documento firmado queda registrado en Amazon S3 y el estado del expediente se actualiza a "Culminado"	Aprobado
CP9	Estudiante	Verificar que recibe la notificación cuando la resolución de dictamen final es subida al sistema	El estudiante recibe la notificación indicando que puede continuar con la Etapa 4	Aprobado
CP10	Estudiante	Verificar que el botón de inicio de la Etapa 4 se habilita cuando la Etapa 3 está en estado "Culminado"	El botón de la Etapa 4 aparece habilitado correctamente tras la aprobación de la Etapa 3	Aprobado
CP11	Sistema	Verificar la integración entre la Etapa 2 y la Etapa 3	Los datos del proceso de dictaminantes (nombres, aprobaciones, fechas) se recuperan correctamente al generar la resolución de dictamen final	Aprobado

3.9 Sprint 7

El séptimo sprint fue un sprint de mejora sobre la Etapa 3 del sistema. Tras revisar el flujo de generación de documentos implementado en el sprint anterior, se identificó que el proceso carecía de validaciones robustas que garantizaran la integridad de los datos antes de permitir la generación de la resolución de dictamen final. En situaciones donde los datos institucionales estaban incompletos o los documentos requeridos no habían sido adjuntados, el sistema intentaba generar el documento produciendo resultados incorrectos o incompletos. Este sprint se enfocó en implementar un sistema de validaciones previas a la generación documental, mejorando la calidad de los documentos producidos y la experiencia del usuario al recibir mensajes de error claros y descriptivos. Al finalizar este sprint, el proceso de generación de documentos de la Etapa 3 quedó robusto, confiable y alineado con los estándares de calidad definidos en los requisitos no funcionales del sistema.

3.9.1 Sistema de validaciones previas a la Generación de Documentos

Se implementó un conjunto de validaciones en el backend y el frontend que el sistema ejecuta antes de permitir la generación de la resolución de dictamen final:

- **Validación de estado:** el sistema verifica que la solicitud se encuentre en estado "Aprobado" antes de habilitar el botón de generación. En cualquier otro estado, el botón permanece deshabilitado e inactivo, impidiendo generaciones fuera del flujo establecido.
- **Validación de datos institucionales completos:** el sistema verifica que todos los campos de configuración institucional necesarios para completar la plantilla estén correctamente registrados. Si alguno está vacío, el sistema muestra un mensaje indicando exactamente qué campo falta y dónde configurarlo.

- **Validación de documentos adjuntos:** el sistema verifica que todos los documentos obligatorios hayan sido adjuntados por el estudiante antes de proceder con la generación. Si algún documento requerido no está presente, el sistema indica al Secretario qué documento falta.
- **Validación del formato de la resolución firmada:** al subir la resolución firmada, el sistema verifica que el archivo sea un PDF y que su tamaño no supere el límite permitido, rechazando cualquier archivo que no cumpla con estos criterios.

3.9.2 Mensajes de Error Descriptivos

Como parte de las validaciones implementadas, se desarrolló un sistema de mensajes de error descriptivos que guían al usuario hacia la solución correcta:

- Cada validación que falla muestra un mensaje específico indicando qué condición no se ha cumplido.
- Los mensajes incluyen una indicación de dónde el usuario puede resolver el problema (por ejemplo, "Complete los datos institucionales en la sección Configuración del Sistema").
- Los mensajes se muestran de forma visual destacada en la interfaz, asegurando que el usuario los perciba claramente antes de intentar la acción nuevamente.

3.9.3 Extensión de Validaciones a Otras Etapas

Las validaciones implementadas en la Etapa 3 fueron aplicadas también de forma retroactiva a las resoluciones de la Etapa 1 y la Etapa 2, garantizando consistencia en el comportamiento del sistema en todos los procesos de generación documental:

- Resolución de nombramiento de revisores (Etapa 1).
- Resolución final de aprobación del plan de tesis (Etapa 1).
- Resolución de nombramiento de dictaminantes (Etapa 2).

3.9.4 Casos de prueba

Tabla 3. 13

Tabla de casos de prueba para el sprint 7

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Secretario	Intentar generar la resolución de dictamen final cuando el estado de la solicitud NO es "Aprobado"	El botón de generación está deshabilitado; el sistema no permite la acción fuera del flujo establecido	Aprobado
CP2	Secretario	Intentar generar la resolución con el nombre del director de escuela vacío en la configuración	El sistema muestra un mensaje de error indicando que el nombre del director	Aprobado

			está vacío y señala dónde configurarlo	
CP3	Secretario	Intentar generar la resolución con el nombre del decano vacío en la configuración	El sistema muestra un mensaje de error indicando que el nombre del decano está vacío y señala dónde configurarlo	Aprobado
CP4	Secretario	Intentar generar la resolución cuando el estudiante no ha adjuntado todos los documentos requeridos	El sistema muestra un mensaje indicando qué documentos faltan antes de permitir la generación	Aprobado
CP5	Secretario	Generar la resolución con todos los datos completos y la solicitud en estado "Aprobado"	La resolución PDF se genera correctamente con todos los datos del proceso incluidos (estudiante, título, dictaminantes, fecha, firmas de autoridades)	Aprobado

CP6	Secretario	Subir la resolución firmada en formato distinto a PDF (por ejemplo .docx o .jpg)	El sistema rechaza el archivo y muestra un mensaje indicando que solo se aceptan archivos PDF	Aprobado
CP7	Secretario	Subir la resolución firmada en formato PDF con tamaño superior al límite permitido	El sistema rechaza el archivo y muestra un mensaje indicando el límite de tamaño permitido	Aprobado
CP8	Secretario	Verificar que las validaciones también aplican en la generación de la resolución de nombramiento de revisores (Etapa 1)	El sistema aplica las mismas validaciones de estado y datos completos en la Etapa 1	Aprobado
CP9	Secretario	Verificar que las validaciones también aplican en la generación de la resolución de nombramiento de dictaminantes (Etapa 2)	El sistema aplica las mismas validaciones de estado y datos completos en la Etapa 2	Aprobado

CP10	Sistema	Verificar que la resolución generada incluye correctamente el número de expediente, nombre del estudiante, título de la tesis, nombres de los dictaminantes y datos de las autoridades	Todos los campos de la plantilla se completan correctamente con los datos registrados en la base de datos	Aprobado
CP11	Sistema	Ejecutar prueba de regresión sobre el flujo completo de la Etapa 3 tras la implementación de validaciones	Todos los casos de prueba del Sprint 7 se ejecutan correctamente tras agregar las validaciones	Aprobado

3.10 Sprint 8

El octavo sprint inició el desarrollo de la Etapa 4 del sistema: Nombramiento de Jurado, Fecha, Hora y Lugar de Sustentación. Esta etapa representa la fase final del ciclo de gestión de tesis dentro del sistema y es la más compleja en cuanto a actores involucrados y flujos de trabajo, ya que integra al Estudiante, al Secretario y a múltiples docentes que conforman el jurado de sustentación. Partiendo de la experiencia acumulada en los sprints anteriores y aprovechando los componentes reutilizables, el servicio de Amazon S3 y el motor de generación de documentos ya implementados, este sprint construyó las tablas de base de datos, los endpoints del backend y las vistas del frontend necesarias para gestionar el proceso completo de sustentación. Al finalizar

este sprint, el sistema contaba con el flujo base de la Etapa 4, desde la solicitud del estudiante hasta la generación del acta de sustentación el día de la defensa.

3.10.1 Creación de las tablas - Etapa 4

En este sprint se implementaron las tablas correspondientes a la Etapa 4 del sistema, cuya estructura fue definida durante el Sprint 1 (ver Figura 3.23):

- **tramite_sustentacion:** almacena la solicitud de nombramiento de jurado registrada por el estudiante, incluyendo el número de expediente, el estado actual del proceso y las fechas de registro y actualización.
- **procesos_sustentacion:** gestiona todos los procesos por los que ha pasado esta etapa
- **jurado_sustentacion:** registra los miembros del jurado asignados (dictaminantes y replicantes), la fecha, hora y lugar de la sustentación, con referencias a la tabla de usuarios para cada miembro del jurado.
- **actas_sustentacion:** almacena el resultado de la sustentación, la nota final obtenida, el acta de sustentación firmada, el acta de observaciones con las firmas de cada miembro del jurado y el enlace al repositorio institucional de la tesis.

3.10.2 Implementación del Backend - Etapa 4

Se implementaron los endpoints REST para los cuatro casos de uso de la Etapa 4:

- **CU-13 (Solicitar Sustentación):** endpoint POST para que el estudiante registre su solicitud de nombramiento de jurado adjuntando los documentos requeridos y su número de expediente. Este endpoint solo está habilitado cuando el expediente tiene estado

"Culminado" en la Etapa 3, garantizando que el flujo se respete. Al registrarse la solicitud, el sistema notifica automáticamente al Secretario.

- **CU-14 (Revisar Solicitud):** endpoint PUT para que el Secretario cambie el estado de la solicitud (Aprobado / Observado) y registre observaciones en caso necesario. El sistema notifica al estudiante ante cualquier cambio de estado.
- **CU-15 (Nombrar Jurado, Fecha y Hora):** endpoint para registrar la asignación del jurado completo (dictaminantes de la Etapa 2 + dos replicantes adicionales), la fecha, hora y lugar de la sustentación. Genera la plantilla de resolución de nombramiento de jurado y notifica a todos los miembros del jurado y al estudiante una vez subida la resolución firmada.
- **CU-16 (Generar Actas):** endpoints para gestionar el día de la sustentación: generación del borrador del acta de sustentación, registro de la nota final, generación del acta de observaciones para las firmas del jurado y registro del enlace al repositorio institucional de la tesis para la aprobación final.

3.10.3 Implementación del Frontend - Etapa 4

Se desarrollaron las vistas del frontend para los cuatro casos de uso de la Etapa 4, reutilizando íntegramente los componentes de formularios, tablas, modales, badges de estado y el servicio de Amazon S3 desarrollados en sprints anteriores:

- **Vista del Estudiante:** formulario para iniciar la solicitud de nombramiento de jurado, con campo de número de expediente y carga de documentos. El acceso a esta vista solo se habilita cuando la Etapa 3 está en estado "Culminado".

- **Vista del Secretario para revisar la solicitud:** visualización de los documentos adjuntos por el estudiante, campo de observaciones y botones de aprobación u observación.
- **Vista del Secretario para asignar jurado, fecha y hora:** selección de los miembros del jurado (dictaminantes preseleccionados automáticamente + selección de dos replicantes), campos de fecha, hora y lugar de sustentación, generación de plantilla de resolución y carga de resolución firmada.
- **Vista del Secretario para el día de la sustentación:** generación del borrador del acta de sustentación, registro de la nota final, generación del acta de observaciones y registro del enlace al repositorio de la tesis.

Figura 3. 44

Vista Estudiante para iniciar el nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis

The screenshot displays the 'SEGUIMIENTO DE TESIS' web application interface. On the left is a dark blue sidebar with navigation links: 'Procesos', 'Notificaciones', and 'Documentos'. The main content area is titled 'Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora' and shows a progress bar with three steps: 1. Agregar estudiante y buscar, 2. Subir Documentos, and 3. Datos del plan de tesis (currently active). The form includes a text field for 'Nº expediente de' with the value 'S40004' and the name 'Patricio Estrella Sardelli'. Below this is a section for 'Título del plan de tesis' with the text 'Clasificación y Detección de Ciberataques Usando Redes Neuronales Profundas'. A 'Descripción' field contains the text 'Entrenar un modelo de deep learning que identifique patrones de tráfico malicioso en redes, clasificando ataques como phishing, DDoS o malware.' At the bottom left is a button labeled '← Seleccionar documentos' and at the bottom right is an 'Enviar' button. A character count '143/152 caracteres' is visible near the description field.

Figura 3. 45

Vista Administrador/Secretario para revisar/aprobar el registro de nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis

The screenshot displays the 'SEGUIMIENTO DE TESIS' web application interface. On the left is a dark blue sidebar with navigation links: 'Panel de inicio', 'Administrador de usuarios', '1 Inscripción de Plan de Tesis', '2 Asignación de Dictaminadores', '3 Solicitud de dictamen final de tesis', '4 Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis' (highlighted), 'Documentos', and 'Notificaciones'. The main content area has a top navigation bar with three tabs: '1 Registro de Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora' (active), '2 Asignación de jurados replicantes', and '3 Solicitud de dictamen final de tesis'. Below the tabs, the title 'Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora' is shown. The 'Características:' section contains: 'Numero de expediente: S40004', 'Titulo: "Clasificación y Detección de Ciberataques Usando Redes Neuronales Profundas"', and 'Descripción: Entrenar un modelo de deep learning que identifique patrones de tráfico malicioso en redes, clasificando ataques como phishing, DDoS o malware'. The 'Autores:' field lists '- 200001 | Patricio Estrella Sardelli' and the 'Asesor:' field lists '- DR. Valeria Soledad Mendoza Cáceres'. A date stamp 'Aug 12, 2025' is visible. The 'Documentos Existentes:' section lists three PDF files: 'archivo 5.pdf' (0.0012 MB, dropdown: 'Resolucion de dictaminadores de tesis'), 'archivo 6.pdf' (0.0012 MB, dropdown: 'Tesis'), and 'archivo 7.pdf' (0.0012 MB, dropdown: 'Resolucion de aprobacion de plan de tesis'). A blue instruction bar states: 'para APROBAR suba una SOLICITUD VALORADA en caso contrario realice un COMENTARIO'. Below is an 'Observación:' text area and a button labeled 'subir una SOLICITUD VALORADA'.

Figura 3. 46

Vista Administrador/Secretario para asignar jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis

The screenshot displays the 'SECRETARÍA DE TESIS' web application interface. On the left is a dark blue sidebar with navigation links: 'Panel de Inicio', 'Administrador de usuarios', 'Integran el Plan de Tesis', 'Asignación de Dictaminadores', 'Calidad de dictamen final de tesis', 'Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis', 'Documentos', and 'Notificaciones'. The main content area is titled 'Asignación de jurados replicantes' and includes a progress bar with three steps. The form contains the following sections:

- Dictamen Dictaminadores:** A header section.
- Presidente y primer dictaminante:** A dropdown menu with 'DR Giacomo Alfredo Benavides Rojas' selected.
- Segundo dictaminante:** A dropdown menu with 'MG Alonso Miguel Martínez Silva' selected.
- Primer replicante:** A dropdown menu with 'DR Replicante Test' selected.
- Segundo replicante:** A dropdown menu with 'DR Replicante 2 Test' selected.
- Elige la fecha y hora de la sustentación:** A date and time picker showing '13/08/2025 10:57 PM'.
- Escribe el lugar de la sustentación:** A text input field containing 'Salon de grados'.
- Información requerida para la RESOLUCIÓN:** A section with a 'Numero de resolución' field containing '122332' and a dropdown menu with '-2025-FIEEM-UNSAAC' selected.
- Documentos Generados:** A section showing a generated PDF document titled 'RESOLUCION_DE_ASIGNACION_DE_REPLICANTES.pdf' with a size of '0.1577 MB'.

Buttons for 'Generar documentos' and 'Enviar Documentos y terminar designación' are located at the bottom right of the form.

3.10.4 Evolución de Diagramas - Version Final

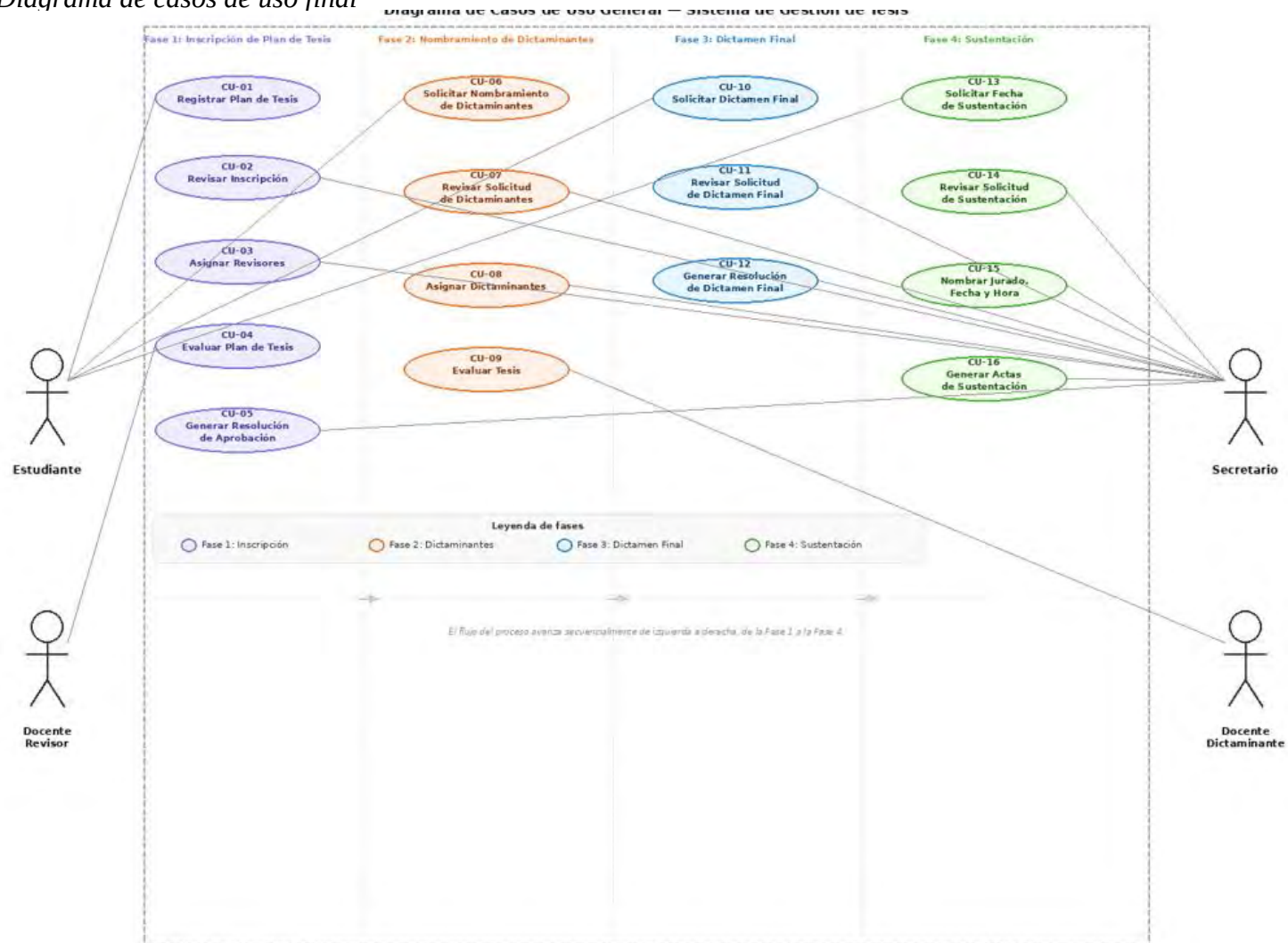
Con la implementación de la Etapa 4, el sistema completó el ciclo completo de gestión de tesis. Los diagramas presentados a continuación representan la versión final y definitiva, que integra la totalidad de funcionalidades desarrolladas a lo largo de todos los sprints.

a. Diagrama de Casos de Uso - Version Final

El diagrama final incorpora los dieciséis casos de uso que conforman el sistema completo, distribuidos en las cuatro etapas del proceso: Inscripción del Plan (CU-01 al CU-05), Nombramiento de Dictaminantes (CU-06 al CU-09), Dictamen Final (CU-10 al CU-12) y Nombramiento de Jurado y Sustentación (CU-13 al CU-16). Este diagrama evidencia la evolución progresiva del sistema desde la versión inicial definida en el Sprint 0, donde únicamente se identificaron los casos de uso de la Etapa 1.

Figura 3. 47

Diagrama de casos de uso final

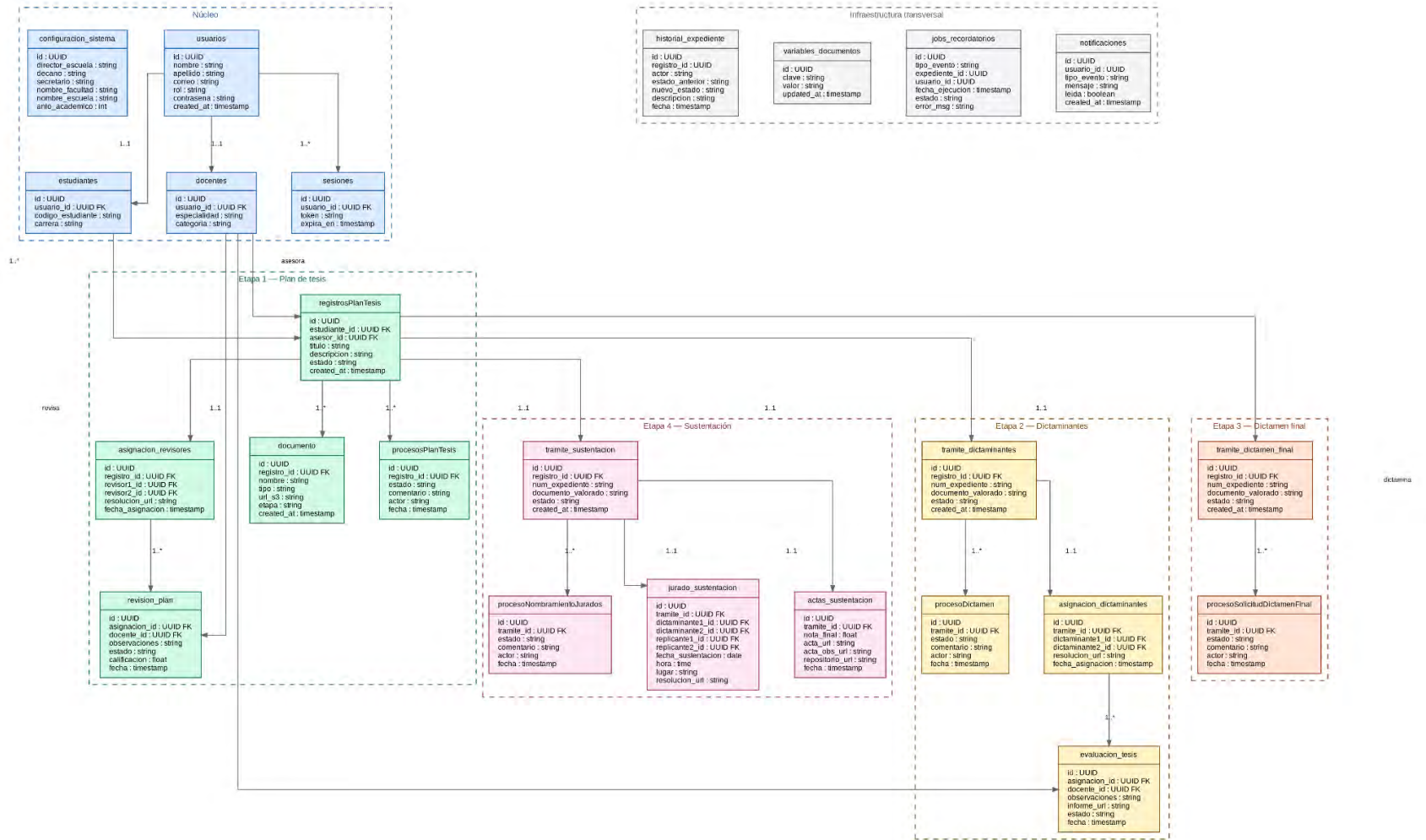


b. Diagrama de Clases - Version Final

El modelo de clases final integra la totalidad de entidades implementadas a lo largo del desarrollo: las tablas centrales de usuarios y expedientes, las entidades de las cuatro etapas del proceso administrativo, y las tablas de infraestructura transversal (notificaciones, trabajos programados y variables de configuración). Este modelo refleja fielmente la arquitectura de datos del sistema en producción y consolida la evolución incremental documentada desde el Sprint 0.

Figura 3. 48

Diagrama de clases version final



3.10.5 Casos de prueba

Tabla 3. 14

Tabla de casos de prueba del sprint 8

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante	Verificar que el botón de inicio de la Etapa 4 solo se habilita cuando la Etapa 3 está en estado "Culminado"	El botón aparece habilitado únicamente cuando la Etapa 3 tiene estado "Culminado"	Aprobado
CP2	Estudiante	Registrar la solicitud de nombramiento de jurado adjuntando los documentos requeridos	La solicitud queda registrada correctamente y el Secretario recibe la notificación	Aprobado
CP3	Estudiante	Intentar registrar la solicitud sin adjuntar todos los documentos requeridos	El sistema muestra un mensaje de validación indicando los documentos faltantes	Aprobado
CP4	Secretario	Revisar los documentos adjuntos de la solicitud de nombramiento de jurado	El sistema muestra correctamente todos los documentos adjuntos con opción de descarga desde Amazon S3	Aprobado

CP5	Secretario	Registrar observaciones sobre la solicitud de nombramiento de jurado	Las observaciones quedan registradas, el estado cambia a "Observado" y el estudiante es notificado	Aprobado
CP6	Estudiante	Subir documentos corregidos en respuesta a las observaciones del Secretario en la Etapa 4	Los documentos corregidos quedan registrados, el estado vuelve a "En revisión" y el Secretario es notificado	Aprobado
CP7	Secretario	Aprobar la solicitud de nombramiento de jurado	El estado cambia a "Aprobado" y el sistema habilita la asignación del jurado	Aprobado
CP8	Secretario	Verificar que los dictaminantes de la Etapa 2 aparecen preseleccionados automáticamente en el jurado	Los dos dictaminantes nombrados en la Etapa 2 aparecen como miembros del jurado sin necesidad de selección manual	Aprobado
CP9	Secretario	Asignar dos docentes replicantes adicionales al jurado	Los replicantes quedan registrados correctamente en la tabla jurado_sustentacion	Aprobado

CP10	Secretario	Registrar la fecha, hora y lugar de la sustentación	Los datos quedan registrados correctamente y se incluyen en la plantilla de resolución generada	Aprobado
CP11	Secretario	Generar la plantilla de resolución de nombramiento de jurado	La plantilla PDF se genera correctamente con los datos del jurado completo, fecha, hora y lugar de sustentación	Aprobado
CP12	Secretario	Subir la resolución de nombramiento de jurado firmada al sistema	El documento firmado queda registrado en Amazon S3 y todos los miembros del jurado y el estudiante son notificados	Aprobado
CP13	Sistema	Verificar que la integración entre la Etapa 3 y la Etapa 4 funciona correctamente	Los datos del proceso de dictamen final se recuperan correctamente al iniciar la Etapa 4	Aprobado
CP14	Sistema	Verificar que las validaciones de generación de documentos del Sprint 8	El sistema valida el estado, los datos institucionales y los documentos adjuntos antes de permitir la generación de la resolución de jurado	Aprobado

aplican también en la

Etapa 4

3.11 Sprint 9

El noveno sprint amplió y completó las funcionalidades de la Etapa 4 del sistema. Tras revisar el flujo implementado en el sprint anterior junto con el Secretario de la Escuela Profesional, se identificaron dos aspectos que requerían desarrollo adicional: la asignación formal de los docentes replicantes como parte del proceso de conformación del jurado, y la lógica completa del día de la sustentación para todos los roles del sistema. En este sprint se incorporó la selección de replicantes por parte del Secretario, el registro de calificaciones, la gestión del acta de observaciones con las firmas de cada miembro del jurado y la aprobación final del proceso con el ingreso del enlace al repositorio institucional de la tesis. Al finalizar este sprint, la Etapa 4 quedó completamente operativa, cerrando el ciclo completo de gestión de tesis del sistema con el estado final "Titulado".

3.11.1 Asignación de docentes replicantes

Se amplió el proceso 2 de la Etapa 4 para incluir la funcionalidad completa de asignación de docentes replicantes:

- El Secretario puede seleccionar dos docentes replicantes adicionales al jurado base compuesto por los dictaminantes de la Etapa 2, completando así el jurado oficial de sustentación.

- El sistema muestra una lista de docentes disponibles para la selección, excluyendo a los que ya forman parte del jurado como dictaminantes.
- La información de los replicantes queda almacenada en la tabla **jurado_sustentacion** y se incluye automáticamente en la plantilla de resolución de nombramiento de jurado generada por el sistema.
- Una vez subida la resolución firmada, el sistema notifica automáticamente a los replicantes asignados sobre su participación en la sustentación, indicando la fecha, hora y lugar del acto.

3.11.2 Lógica completa del Día de la sustentación

Se implementó la lógica completa para gestionar todos los eventos del día de la sustentación, integrando los tres roles del sistema:

- **Generación del acta de sustentación (Rol Secretario):** antes del acto de defensa, el Secretario genera desde el sistema el borrador del acta de sustentación con los datos del jurado, el estudiante, la fecha, hora y lugar, para que el jurado pueda firmar presencialmente.
- **Registro de la nota final (Rol Secretario):** concluido el acto de defensa, el Secretario ingresa la nota final obtenida por el estudiante, la cual queda registrada en la tabla **actas_sustentacion** y vinculada al expediente.
- **Generación del acta de observaciones (Rol Secretario):** si la sustentación resulta con observaciones, el Secretario genera el acta de observaciones desde el sistema y este la pone a disposición de cada miembro del jurado para su firma.

- **Firma del acta de observaciones (Rol Docente):** cada docente miembro del jurado accede al sistema y sube su firma del acta de observaciones. El sistema registra el estado de cada firma individualmente, mostrando al Secretario qué docentes han firmado y cuáles tienen la firma pendiente.
- **Aprobación final (Rol Secretario):** una vez que todos los miembros del jurado han firmado el acta de observaciones, el Secretario ingresa el enlace al repositorio institucional donde se encuentra alojada la tesis corregida. Con este último paso, el sistema actualiza el estado del expediente a "**Aprobado**", culminando formalmente el ciclo completo de gestión de tesis.

3.11.3 Control de firmas del Jurado

Se implementó un mecanismo de control de firmas que garantiza la integridad del proceso de aprobación final:

- El sistema registra individualmente el estado de la firma de cada miembro del jurado (pendiente / firmado).
- El botón de aprobación final solo se habilita cuando todos los miembros del jurado han subido su firma del acta de observaciones, bloqueando la aprobación parcial.
- El Secretario puede visualizar en tiempo real el estado de las firmas pendientes, identificando fácilmente qué docentes aún no han completado su firma.
- Cada docente recibe una notificación recordándole que tiene una firma pendiente en el sistema.

Figura 3. 49

Vista Administrador/Secretario para asignar jurados replicantes, fecha y hora de sustanciación de tesis

The screenshot displays a web application interface for assigning jury members and scheduling a thesis defense. On the left is a dark blue sidebar with navigation links: 'Panel de Inicio', 'Administrador de usuarios', 'Integración de Plan de Tesis', 'Asignación de Dictaminadores', 'Selección de dictamen final de tesis', 'Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis', 'Documentos', and 'Notificaciones'. The main content area is titled 'Asignación de jurados replicantes' and includes a progress indicator with three steps. The form contains several sections: 'Dictees (Dictaminadores)' with dropdowns for 'Presidente y primer dictaminador' (selected: DR Giacomo Alfredo Benavides Rojas) and 'Segundo dictaminador' (selected: MG Alonso Miguel Martinez Silva); 'Primer replicante' and 'Segundo replicante' (both selected: DR Replicante Test); 'Elija la fecha y hora de la sustentación' (selected: 13/08/2025 10:57 PM) and 'Escriba el lugar de la sustentación' (selected: Salon de grados); and 'Información requerida para la RESOLUCIÓN' with fields for 'Numero de resolución' (122332) and '-2025-FIEEM-UNSAAC'. A 'Generar documentos' button is located below the resolution information. The 'Documentos Generados' section shows a PDF file named 'RESOLUCION_DE_ASIGNACION_DE_REPLICANTES.pdf' with a size of 0.1577 MB. At the bottom right, there is a button labeled 'Enviar Documentos y terminar designación'.

Figura 3. 50

Vista del Secretario para iniciar el acta de sustentación.

SEGUIMIENTO DE TESIS

Panel de Inicio

Administrador de usuarios

1 Inscripción de Plan de Tesis

2 Asignación de Dictaminantes

3 Solicitud de dictamen final de tesis

4 Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis

Documentos

Notificaciones

1Registro de Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora

2Asignación de Jurados Replicantes

3Sustentación de la tesis

Descripción:

Numero de expediente: SHEY4

Título: "sheyla test"

Descripción: sheyla descripcion

Fecha de sustentacion: 17 de septiembre de 2025, 11:37 p. m.

Lugar de sustentacion: aula 3 INFO - UNSAAC

Autores:

- 171717 | sheyla mendoza lopez

Dictaminantes:

- Lino Aquiles Baca Cárdenas

- Dennis Iván Candia Oviedo

Asesor:

- DR.Javier Arturo Rozas Huacho

Replicantes:

- Willian Zamalloa Paro

- Iván César Medrano Valencia

Documentos

PDF

dni fedatado.pdf

0.1786 MB

PDF

ACTA_OBSERVACION.pdf

0.0209 MB

PDF

DNI empty test.pdf

0.0009 MB

← Regresar

Subir documentos →

Figura 3. 51

Vista del Docente para firmar el acta de observaciones

SEGUIMIENTO DE TESIS

1

Revisión de inscripción de plan de tesis

2

Revisión de nombramiento de dictaminadores de tesis

4

Revisión de sustentaciones como **DICTAMINANTE**

4

Revisión de sustentaciones como **REPLICANTE**

Asesores

Notificaciones

2

Lino Aquiles Baca Cárdena

Descripción:

Numero de expediente:

SHEY4

Título:

"sheyla test "

Descripción:

"shyela descripcion"

Autores:

- 171717 | sheyla mendoza lopez

Asesor:

-DR.Javier Arturo Rozas Huacho

Dictaminantes:

- Lino Aquiles Baca Cárdenas

Replicantes:

- Willan Zamalloa Paro

- Dennis Iván Candia Oviedo

- Iván César Medrano Valencia

Documento con las observaciones realizadas en la sustentacion

DNI empty test.pdf

0.0009 MB

Acta de observacion

ACTA_OBSERVACION.pdf

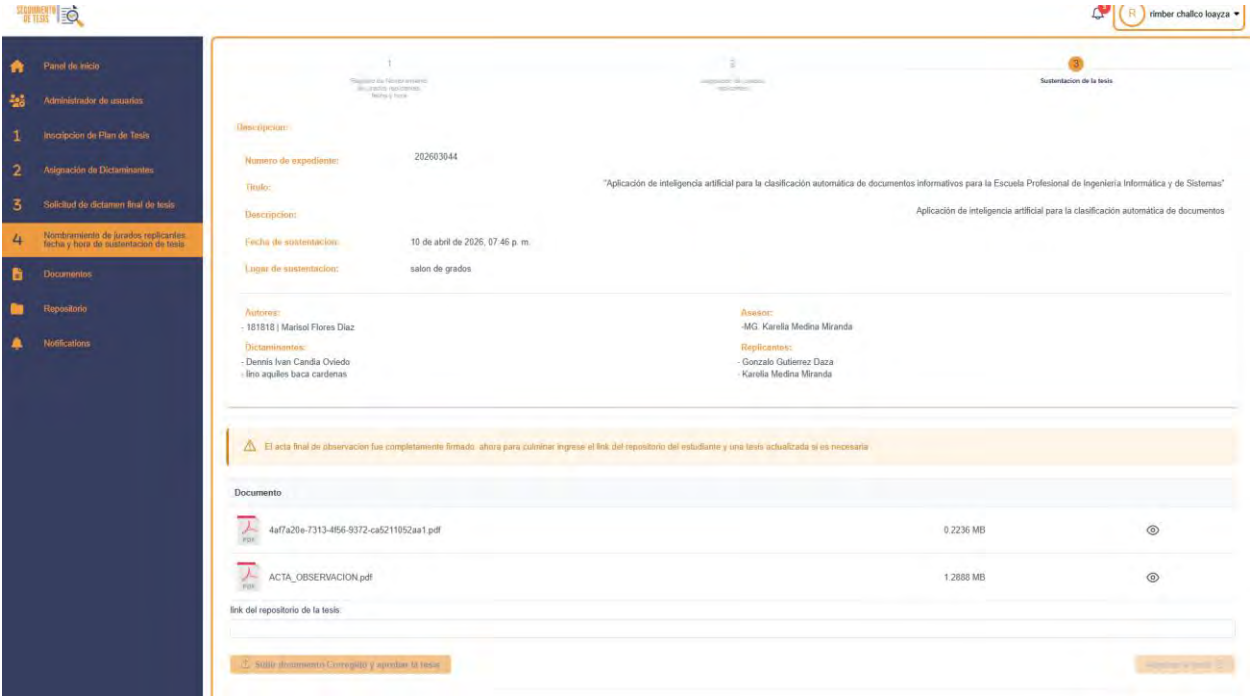
0.0331 MB

Subir Firma

Enviar documento firmado

Figura 3. 52

Vista del Secretario para culminar el proceso.



3.11.4 Casos de prueba

Tabla 3. 15

Tabla de casos de prueba del sprint 9

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Secretario	Seleccionar dos docentes replicantes para el jurado de sustentación	Los replicantes quedan registrados correctamente en la tabla jurado_sustentacion y se incluyen en la resolución	Aprobado

CP2	Secretario	Verificar que los dictaminantes de la Etapa 2 no aparecen disponibles para ser seleccionados como replicantes	El sistema excluye correctamente a los dictaminantes de la lista de docentes disponibles para replicantes	Aprobado
CP3	Sistema	Verificar que la resolución de nombramiento incluye a los replicantes asignados	La plantilla PDF generada incluye los nombres de los replicantes junto con los dictaminantes en el jurado completo	Aprobado
CP4	Docente (replicante)	Verificar que los replicantes reciben la notificación de su asignación al jurado	Cada replicante recibe la notificación indicando su participación en la sustentación con fecha, hora y lugar	Aprobado
CP5	Secretario	Generar el borrador del acta de sustentación antes del acto de defensa	El borrador del acta se genera correctamente con los datos del jurado completo, estudiante, fecha, hora y lugar	Aprobado

CP6	Secretario	Registrar la nota final de la sustentación tras el acto de defensa	La nota queda registrada correctamente en la tabla actas_sustentacion y vinculada al expediente del estudiante	Aprobado
CP7	Secretario	Generar el acta de observaciones para las firmas del jurado	El acta de observaciones se genera y queda disponible para cada miembro del jurado con estado "Firma pendiente"	Aprobado
CP8	Docente	Subir la firma del acta de observaciones desde el panel del docente	La firma queda registrada en el sistema y el estado del docente en el acta cambia a "Firmado"	Aprobado
CP9	Secretario	Verificar que el panel muestra correctamente el estado de firmas de cada miembro del jurado	El sistema muestra el estado individual de cada miembro del jurado (firmado / pendiente) de forma clara	Aprobado
CP10	Secretario	Intentar aprobar la sustentación cuando aún hay docentes con firma pendiente	El sistema bloquea la aprobación final y muestra los nombres de los docentes con firma pendiente	Aprobado

CP11	Secretario	Aprobar la sustentación una vez que todos los docentes han firmado el acta de observaciones	El sistema habilita el botón de aprobación final y permite ingresar el enlace al repositorio institucional	Aprobado
CP12	Secretario	Ingresar el enlace al repositorio institucional de la tesis corregida	El enlace queda registrado en la tabla actas_sustentacion y el estado del expediente se actualiza a "Aprobado"	Aprobado
CP13	Estudiante	Verificar que el expediente muestra el estado "Titulado" tras la aprobación final	El estado del expediente se actualiza correctamente a "Titulado" y el estudiante recibe la notificación de culminación del proceso	Aprobado
CP14	Sistema	Verificar que el ciclo completo de la Etapa 4 se ejecuta correctamente de extremo a extremo	El proceso completo (solicitud → revisión → asignación de jurado → sustentación → firmas → titulado) se ejecuta sin errores	Aprobado

CP15	Sistema	Ejecutar prueba de regresión sobre todos los flujos de las Etapas 1, 2, 3 y 4	Todos los casos de prueba de los sprints anteriores se ejecutan correctamente tras la implementación de la Etapa 4 completa	Aprobado
------	---------	---	---	----------

3.12 Sprint 10

El décimo sprint introdujo una modificación transversal sobre el flujo de aprobación de los procesos de inscripción en las cuatro etapas del sistema. Durante una revisión del proceso con el Secretario de la Escuela Profesional, se identificó que el reglamento institucional exige que el estudiante adjunte una solicitud valorada como requisito previo para que el Secretario pueda aprobar cada proceso de inscripción. Esta modificación afectó de forma simultánea las cuatro etapas del sistema, requiriendo cambios en la base de datos, el backend y el frontend de cada módulo. Al finalizar este sprint, el sistema garantizaba que ningún proceso de inscripción pudiera ser aprobado sin que el documento de solicitud valorada estuviera correctamente adjunto, alineando el comportamiento del sistema con el reglamento institucional vigente.

3.12.1 Modificación de la Base de Datos - Solicitud Valorada

Se actualizaron las tablas de las cuatro etapas del sistema para soportar el nuevo requisito:

- Se agregó el campo **documento_valorado** en las tablas **tramite_plan_tesis**, **tramite_dictaminantes**, **tramite_dictamen_final** y **tramite_sustentacion**, almacenando la referencia al archivo de solicitud valorada subido por el estudiante en Amazon S3.

- El campo fue definido como obligatorio a nivel de validación de negocio, aunque se mantuvo como nullable en la base de datos para preservar la compatibilidad con los registros existentes.

3.12.2 Modificación del Backend - Validación de la Solicitud Valorada

Se actualizaron las reglas de negocio en los endpoints de aprobación de las cuatro etapas:

- Antes de cambiar el estado de una solicitud a "Aprobado", el sistema verifica que el campo **documento_valorado** tenga una referencia válida a un archivo almacenado en Amazon S3.
- Si el documento no ha sido adjuntado, el endpoint retorna un error con un mensaje descriptivo indicando al Secretario que debe adjuntar la solicitud valorada antes de proceder con la aprobación.
- La validación se implementó como un middleware reutilizable aplicado a los cuatro endpoints de aprobación, garantizando consistencia en el comportamiento del sistema.

3.12.3 Modificación del Frontend - Campo de Solicitud Valorada

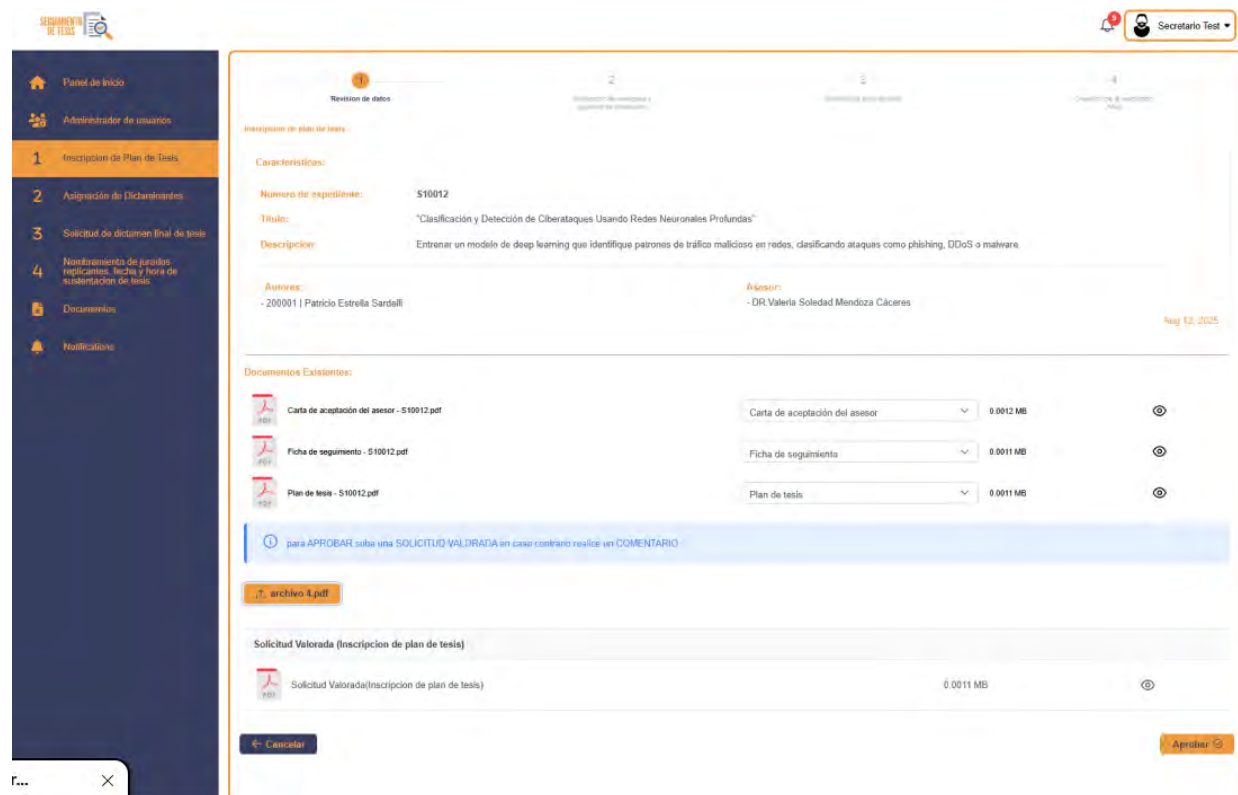
Se actualizaron los formularios y vistas de inscripción de las cuatro etapas para reflejar el nuevo requisito:

- Se agregó el campo de carga de la solicitud valorada en los formularios de inscripción de cada etapa, con indicador visual de campo obligatorio.
- Se actualizaron las vistas del Secretario para mostrar claramente si la solicitud valorada ha sido adjuntada o no, facilitando la verificación antes de proceder con la aprobación.

- Se implementaron mensajes de error específicos en la interfaz que indican al Secretario que debe adjuntar la solicitud valorada antes de poder aprobar la inscripción.
- Se actualizó la lista de documentos del expediente para mostrar la solicitud valorada como un tipo de documento diferenciado.

Figura 3. 53

Vista del secretario mostrando el indicador de solicitud valorada



3.12.4 Casos de prueba

Tabla 3. 16

Tabla de casos de prueba del sprint 10

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Secretario	Adjuntar la solicitud valorada en el formulario de inscripción de la Etapa 1	El archivo queda registrado correctamente en Amazon S3 y el campo aparece como completado en el expediente	Aprobado
CP2	Secretario	Aprobar la inscripción de la Etapa 1 con la solicitud valorada correctamente adjunta	La aprobación se procesa correctamente y el estado del expediente cambia a "Aprobado"	Aprobado
CP3	Secretario	Aprobar la inscripción de la Etapa 2 con la solicitud valorada correctamente adjunta	La aprobación se procesa correctamente en la Etapa 2	Aprobado

CP4	Docente (replicante)	Verificar que el requisito de solicitud valorada aplica correctamente en la Etapa 3	El sistema no permite la aprobación aprobación de la Etapa 3 si no se adjunta la solicitud valorada	Aprobado
CP5	Secretario	Verificar que el requisito de solicitud valorada aplica correctamente en la Etapa 4	El sistema no permite la aprobación aprobación de la Etapa 4 si no se adjunta la solicitud valorada	Aprobado

3.13 Sprint 11

El undécimo sprint implementó tres funcionalidades transversales de alto impacto para la experiencia del usuario: el sistema de notificaciones en tiempo real dentro de la plataforma, el historial de seguimiento del expediente y el módulo de envío de correos electrónicos automáticos mediante SendGrid. Hasta este punto del desarrollo, los usuarios no contaban con mecanismos de alerta que les informaran sobre los cambios de estado de sus expedientes dentro de la plataforma, lo que obligaba a los estudiantes a ingresar manualmente al sistema para verificar si había novedades. Este sprint resolvió esa limitación implementando un sistema de notificaciones que alerta al usuario en tiempo real ante cualquier cambio relevante, complementado con el envío de correos electrónicos automáticos que garantizan que el usuario sea notificado incluso cuando no está conectado al sistema. Al finalizar este sprint, el sistema contaba con un canal de comunicación completo y automatizado entre todos los actores del proceso de gestión de tesis.

3.13.1 Creación de tablas - Notificaciones

Se crearon las tablas necesarias para soportar el sistema de notificaciones y el historial de seguimiento:

- **notificaciones:** almacena cada notificación generada por el sistema, incluyendo el usuario destinatario, el tipo de evento, el mensaje, la fecha de generación y el estado de lectura (leída / no leída).
- **historial_expediente:** registra cronológicamente todos los cambios de estado del expediente, incluyendo el actor que realizó el cambio, la fecha, el estado anterior, el nuevo estado y una descripción del evento.

3.13.2 Sistema de Notificaciones en Plataforma

Se implementó un módulo de notificaciones que informa al usuario sobre los cambios de estado de su expediente directamente dentro de la plataforma:

- **Badge de notificaciones no leídas:** se incorporó un indicador numérico en el header del sistema que muestra la cantidad de notificaciones no leídas del usuario autenticado, actualizándose automáticamente al cargar cada página.
- **Panel de notificaciones:** al hacer clic en el badge, el usuario accede a un panel que lista todas sus notificaciones ordenadas cronológicamente, con distinción visual entre notificaciones leídas y no leídas.
- **Marcado como leído:** al hacer clic en una notificación, el sistema la marca automáticamente como leída y reduce el contador del badge.
- **Eventos que generan notificación:** el sistema genera notificaciones automáticas ante los siguientes eventos: solicitud recibida por el Secretario, expediente en revisión, observaciones registradas, correcciones recibidas, aprobación de etapa y asignación como revisor o dictaminante.

Vista del secretario mostrando todas las notificaciones



SEGUIMIENTO DE TESIS

A

Alexander Junior Monzon ▾

Buscar...

Informacion	fecha	Estado
Ya culminó todas las etapas en el sistema, porfavor comuniquese con el secretario para ver que paso sigue	24-03-2026 22:30	Sin revisar
lino aquiles bacá cardenas firmo el Acta de observacion PORFAVOR ESPERE QUE EL SECRETARIO CULMINE EL PROCESO	24-03-2026 22:30	
Karela Medina Miranda firmo el Acta de observacion	24-03-2026 22:29	
Dennis Ivan Candia Oviedo firmo el Acta de observacion	24-03-2026 22:29	
James Anotry Ramirez Mercado firmo el Acta de observacion	24-03-2026 22:28	
La sustentacion finalizó, Se le envio un documento donde los replicantes y dictaminantes tienen que firmarlo, porfavor aproxímese a los implicados para completar las firmas	24-03-2026 22:27	
IMPORTANTE!!! ya se acordo la fecha y lugar de sustentacion los cuales son : " 24 de marzo de 2026, 10:24 p. m " - "salon de gados epis "	24-03-2026 22:25	
Se le asigno a Karela Medina Miranda y a Dennis Ivan Candia Oviedo como DICTAMINANTES y a lino aquiles bacá cardenas y a James Anotry Ramirez Mercado como REPLICANTES para el proceso. Asignacion de jurados replicantes" de la etapa. "Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora" Porfavor comuniquese con el secretario y su jurado para pactar el lugar y fecha de la sustentacion.	24-03-2026 22:24	

« « 1 2 3 4 5 » »»

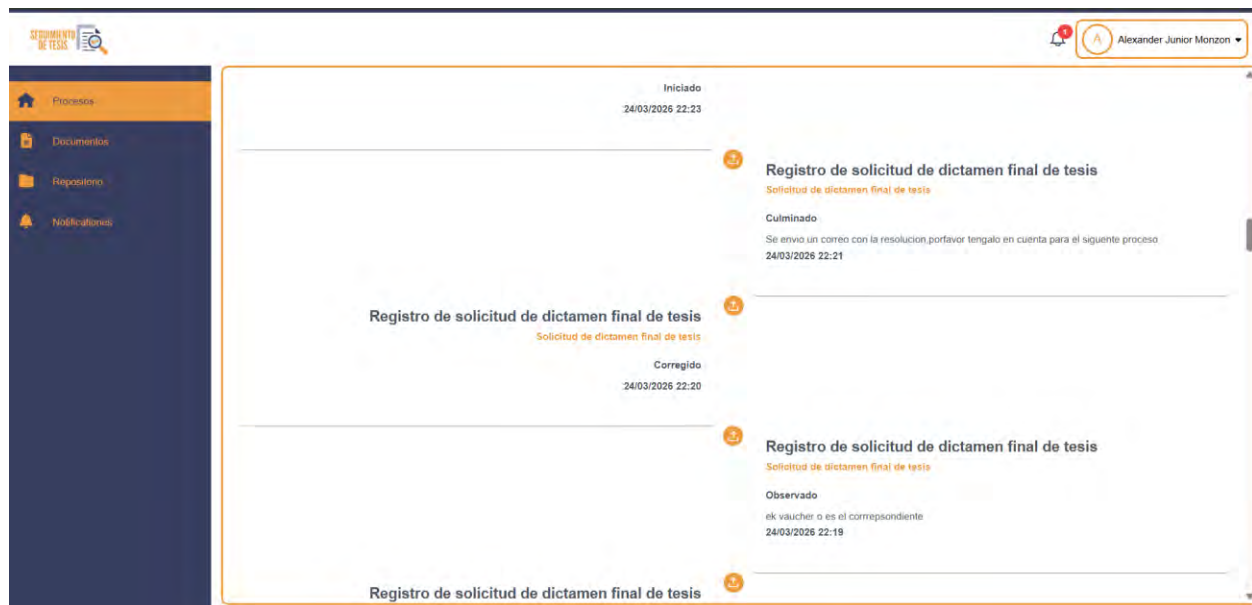
3.13.3 Historial de Seguimiento del Expediente

Se desarrolló un módulo de historial que permite al Estudiante visualizar de forma cronológica todos los eventos ocurridos en su expediente:

- **Vista cronológica:** lista todos los cambios de estado del expediente en orden cronológico, mostrando la fecha, el actor que realizó el cambio y una descripción del evento.
- **Estado por etapa:** visualización del estado actual de cada una de las cuatro etapas del proceso, representado mediante íconos y colores diferenciados (pendiente, en proceso, observado, aprobado, culminado).
- **Detalle de observaciones:** el historial muestra las observaciones recibidas en cada etapa, permitiendo al estudiante consultar el historial completo de comentarios sin necesidad de navegar por cada módulo.
- **Acceso desde el dashboard:** el módulo de historial es accesible directamente desde el dashboard del estudiante, como vista central de seguimiento de su proceso.

Figura 3. 56

Vista del estudiante mostrando el historial de su tramite



3.13.4 Módulo de Envío de Correos con Sendgrid

Se integró el servicio SendGrid para el envío de notificaciones automáticas por correo electrónico, complementando el sistema de notificaciones dentro de la plataforma:

- **Configuración del servicio:** las credenciales de SendGrid se configuraron mediante variables de entorno en el archivo `.env`, manteniendo la seguridad de las claves de acceso al servicio.
- **Plantillas de correo:** se diseñaron plantillas de correo para cada evento del sistema, incluyendo: nueva solicitud recibida, observación registrada, corrección enviada, etapa aprobada y asignación como revisor o dictaminante.
- **Envío asíncrono:** el envío de correos se implementó de forma asíncrona para evitar que una falla en el servicio de mensajería interrumpa el flujo principal del sistema. Los errores de envío se registran en los logs del servidor.

- **Enlace directo al sistema:** cada correo incluye un enlace directo a la sección correspondiente del sistema, facilitando el acceso inmediato del usuario a la acción requerida.

Figura 3. 57

Vista del mail recordatorio



3.13.5 Casos de prueba

Tabla 3. 17

Tabla de casos de prueba del sprint 11

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante	Verificar que el badge muestra el número correcto de notificaciones no leídas al iniciar sesión	El badge refleja exactamente la cantidad de notificaciones no leídas pendientes del usuario	Aprobado

CP2	Estudiante	Verificar que se genera una notificación cuando el Secretario cambia el estado del expediente a "En revisión"	La notificación aparece en el panel del estudiante con el mensaje y la fecha correctos	Aprobado
CP3	Estudiante	Verificar que se genera una notificación cuando el Secretario registra observaciones sobre el expediente	La notificación aparece indicando que hay observaciones pendientes de atender	Aprobado
CP4	Estudiante	Verificar que se genera una notificación cuando el expediente es aprobado por el Secretario	La notificación aparece indicando que la etapa fue aprobada y el estudiante puede continuar	Aprobado
CP5	Docente	Verificar que se genera una notificación cuando el Secretario lo asigna como revisor o dictaminante	El docente recibe la notificación indicando el expediente asignado y la acción requerida	Aprobado
CP6	Estudiante	Hacer clic en una notificación no leída y	La notificación cambia visualmente a estado leída y	Aprobado

		verificar que se marca como leída	el contador del badge se reduce en uno	
CP7	Estudiante	Acceder al historial de seguimiento del expediente desde el dashboard	El historial muestra todos los cambios de estado en orden cronológico con fecha, actor y descripción	Aprobado
CP8	Estudiante	Verificar que el historial muestra el estado actual de las 4 etapas del proceso	Cada etapa aparece con su estado actual representado visualmente mediante íconos y colores diferenciados	Aprobado
CP9	Estudiante	Verificar que el historial muestra las observaciones recibidas en cada etapa	Las observaciones registradas por el Secretario y los docentes aparecen en el historial con su detalle completo	Aprobado
CP10	Estudiante	Verificar que se recibe un correo electrónico cuando el Secretario registra observaciones sobre el expediente	El correo llega a la bandeja de entrada del estudiante con el asunto correcto y el enlace directo al sistema	Aprobado

CP11	Docente	Verificar que se recibe un correo electrónico al ser asignado como revisor o dictaminante	El docente recibe el correo con el detalle del expediente asignado y el enlace directo al módulo correspondiente	Aprobado
CP12	Secretario	Verificar que se recibe un correo electrónico cuando el estudiante envía su solicitud de inscripción	El Secretario recibe el correo indicando que hay una nueva solicitud pendiente de revisión	Aprobado
CP13	Sistema	Verificar que un fallo en el servicio de SendGrid no interrumpe el flujo principal del sistema	Si SendGrid no está disponible, el sistema registra el error en logs y completa la acción principal sin interrumpir al usuario	Aprobado
CP14	Sistema	Verificar que las notificaciones y el historial se generan correctamente en todas las etapas del proceso	Los eventos de las 4 etapas generan notificaciones y entradas en el historial con los datos correctos	Aprobado

3.14 Sprint 12

El decimosegundo sprint convirtió la aplicación web Angular en una Progressive Web App (PWA), mejorando significativamente la accesibilidad y la experiencia de uso del sistema.

Hasta este punto del desarrollo, el sistema solo era accesible desde un navegador web, lo que limitaba su uso en dispositivos móviles donde los usuarios debían abrir el navegador cada vez que necesitaban consultar el estado de su expediente. Con la implementación de la PWA, el sistema puede ser instalado directamente en los dispositivos móviles y de escritorio de los usuarios, comportándose como una aplicación nativa con acceso desde la pantalla de inicio del dispositivo. Esta mejora es especialmente relevante para los estudiantes, quienes pueden consultar el estado de su expediente y recibir notificaciones de forma inmediata desde sus smartphones sin necesidad de abrir el navegador. Al finalizar este sprint, el sistema cumplió con el requisito no funcional RNF-04 de diseño responsivo y amplió su alcance al permitir la instalación como aplicación en dispositivos móviles y de escritorio.

3.14.1 Configuración del Service Worker

Se configuró el service worker de Angular utilizando el paquete oficial [@angular/service-worker](#), el cual gestiona el comportamiento de la aplicación en segundo plano y permite el funcionamiento con caché de recursos:

- **Registro del service worker:** se habilitó el service worker en el módulo principal de la aplicación Angular ([AppModule](#)), activando su registro automático en el navegador cuando el usuario accede al sistema.
- **Estrategia de caché prefetch:** se configuró el archivo [ngsw-config.json](#) para que los recursos estáticos críticos de la aplicación (HTML, CSS, JavaScript, íconos y fuentes) sean descargados y almacenados en caché de forma anticipada, garantizando tiempos de carga reducidos en accesos posteriores.

3.14.2 Web App Manifest

Se creó el archivo `manifest.json` con los metadatos necesarios para que el sistema sea reconocido como una PWA instalable por los navegadores:

- **Nombre y nombre corto:** se definió el nombre completo del sistema y una versión abreviada para su visualización en la pantalla de inicio del dispositivo.
- **Íconos en múltiples resoluciones:** se generaron íconos del sistema en los tamaños estándar requeridos por los diferentes dispositivos y sistemas operativos (72x72, 96x96, 128x128, 144x144, 152x152, 192x192, 384x384 y 512x512 píxeles).
- **Color de tema y color de fondo:** se configuraron los colores institucionales del sistema para que la barra de estado del dispositivo y la pantalla de carga de la aplicación mantengan la identidad visual.
- **Modo de visualización standalone:** se configuró el modo de visualización como `standalone`, lo que permite que la aplicación se abra sin la barra de navegación del navegador, comportándose como una aplicación nativa.
- **Pantalla de inicio (splash screen):** se configuró la pantalla de carga que se muestra al abrir la aplicación instalada en el dispositivo, con el icono y los colores institucionales del sistema.

3.14.3 Instalación en dispositivos

Se verificó y configuró el proceso de instalación de la PWA en los principales dispositivos y sistemas operativos:

- **Android (Chrome):** el navegador Chrome muestra automáticamente un banner de instalación cuando detecta que el sistema cumple con los criterios de PWA. El usuario puede instalar la aplicación con un solo toque y acceder a ella desde la pantalla de inicio del dispositivo.
- **iOS (Safari):** en dispositivos iOS, la instalación se realiza mediante la opción "Agregar a pantalla de inicio" del menú compartir de Safari. Se verificó que la aplicación se instala correctamente y se abre en modo standalone.
- **Escritorio (Chrome / Edge):** en computadoras de escritorio, el navegador muestra un ícono de instalación en la barra de direcciones que permite instalar la aplicación como una ventana independiente del navegador.

3.14.4 Validación de Lighthouse

Se ejecutó la auditoría de Lighthouse de Google sobre el sistema para verificar el cumplimiento de los criterios de PWA y evaluar el rendimiento general de la aplicación:

- La auditoría verificó que el sistema cumple con los criterios mínimos de PWA: service worker registrado, manifest válido, íconos configurados, modo standalone y redirección HTTPS.
- Se obtuvieron puntuaciones satisfactorias en las categorías de **Performance**, **Accessibility** y **PWA**, confirmando que el sistema está optimizado para su uso en dispositivos móviles.

Figura 3. 58

Vista de como agregar la plataforma en el celular con sistema operativo iOS



Figura 3. 59

Vista de la plataforma en la pantalla de inicio

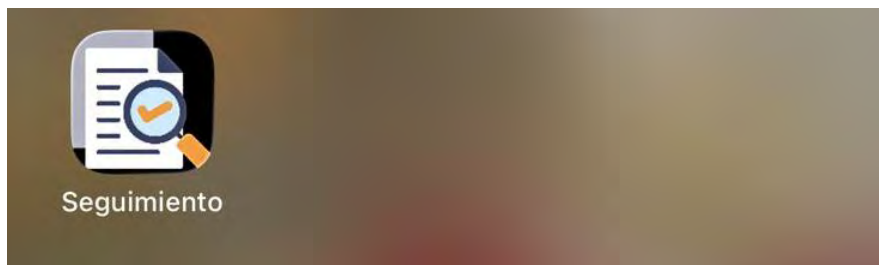


Figura 3. 60

Vista de la plataforma en modo responsivo



3.14.5 Casos de prueba

Tabla 3. 18

Tabla de casos de prueba del sprint 12

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Usuario (Android)	Acceder al sistema desde Chrome en Android y verificar que aparece el banner de instalación de la PWA	El banner de instalación aparece automáticamente en la parte inferior de la pantalla tras cumplir los criterios de PWA	Aprobado
CP2	Usuario (Android)	Instalar la aplicación como PWA desde Chrome en Android	La aplicación se instala correctamente y aparece en la pantalla de inicio del dispositivo con el ícono institucional	Aprobado
CP3	Usuario (Android)	Abrir la aplicación instalada desde la pantalla de inicio del dispositivo Android	La aplicación se abre en modo standalone sin la barra de navegación del navegador	Aprobado
CP4	Usuario (iOS)	Instalar la aplicación como PWA desde Safari en iOS mediante "Agregar a pantalla de inicio"	La aplicación se instala correctamente y aparece en la pantalla de inicio del dispositivo iOS	Aprobado

CP5	Usuario (iOS)	Abrir la aplicación instalada desde la pantalla de inicio del dispositivo iOS	La aplicación se abre en modo standalone correctamente en iOS	Aprobado
CP6	Usuario (escritorio)	Instalar la aplicación como PWA desde Chrome o Edge en escritorio	La aplicación se instala como ventana independiente y aparece en el menú de aplicaciones del sistema operativo	Aprobado
CP7	Usuario	Verificar que los recursos estáticos se cargan desde caché en accesos posteriores	Los recursos estáticos (HTML, CSS, JS, íconos) se sirven desde caché sin nuevas peticiones al servidor	Aprobado
CP8	Usuario (móvil)	Verificar que el diseño responsivo funciona correctamente en la aplicación instalada en dispositivos móviles	La interfaz se adapta correctamente al tamaño de pantalla del dispositivo sin pérdida de funcionalidad	Aprobado

CP9	Estudiant e	Verificar que la PWA funciona correctamente con el flujo de login y navegación entre módulos	El usuario puede iniciar sesión, navegar entre módulos y realizar acciones en la aplicación instalada como PWA sin errores	Aprobado
-----	----------------	---	--	----------

3.15 Sprint 13

El decimotercer sprint realizó el primer despliegue completo del sistema en un entorno de servidor real, marcando la transición del desarrollo local al entorno de staging accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet. Para garantizar la reproducibilidad, consistencia y facilidad de mantenimiento del entorno de despliegue, se adoptó Docker como plataforma de contenedorización, orquestando los tres servicios del sistema (base de datos, backend y frontend) mediante Docker Compose. El servidor seleccionado fue un Droplet de DigitalOcean, configurado con Nginx como proxy inverso para gestionar el enrutamiento del tráfico hacia cada contenedor. Al finalizar este sprint, el sistema estuvo disponible públicamente desde la IP del servidor, permitiendo realizar pruebas de funcionamiento en un entorno real y validar que el comportamiento del sistema en producción era idéntico al observado durante el desarrollo local.

3.15.1 Arquitectura de Despliegue con Docker

Se definió e implementó la arquitectura de despliegue del sistema basada en contenedores Docker, compuesta por tres servicios orquestados mediante Docker Compose:

- **Contenedor backend:** ejecuta la imagen [jcarlos170429/thesis-backend:v5](#) con los servicios REST del sistema implementados en Bun.js. Expone el puerto 3000 para la API

principal y el puerto 3010 para servicios adicionales. Su inicio está condicionado al estado saludable del contenedor de base de datos mediante la directiva `depends_on` con condición `service_healthy`.

- **Contenedor frontend:** ejecuta la imagen `jcarlos170429/frontend-thesis:v7` con la Single Page Application (SPA) de Angular compilada en modo producción. Sirve la aplicación en el puerto 8080, mapeado al puerto 80 del contenedor. Su inicio depende del backend para garantizar la disponibilidad de los servicios de la API.

3.15.2 Configuración del Servidor DigitalOcean

Se configuró el servidor Droplet de DigitalOcean con los componentes necesarios para el despliegue del sistema:

- **Instalación de Docker y Docker Compose:** se instalaron las versiones estables más recientes de Docker Engine y Docker Compose en el servidor Ubuntu del Droplet.
- **Nginx como proxy inverso:** se configuró Nginx para gestionar el enrutamiento del tráfico entrante hacia los contenedores correspondientes. Las peticiones al dominio raíz se redirigen al contenedor del frontend (puerto 80), mientras que las peticiones a las rutas de la API se redirigen al contenedor del backend (puerto 3000).
- **Variables de entorno de producción:** se configuró el archivo `.env` de producción en el servidor con las credenciales de la base de datos, la clave secreta de JWT, las credenciales de Amazon S3 y las credenciales de SendGrid, garantizando que los datos sensibles no estén incluidos en las imágenes Docker.

- **Política de reinicio automático:** se configuró la directiva `restart: always` en todos los contenedores del Docker Compose, garantizando que los servicios se relancen automáticamente ante fallos o reinicios del servidor.

3.15.3 Imágenes Docker

Se construyeron y publicaron las imágenes Docker del backend y el frontend en Docker Hub para facilitar el despliegue en el servidor:

- **Imagen del backend** (`jcarlos170429/thesis-backend:v5`): construida a partir de un Dockerfile optimizado para Bun.js, incluyendo todas las dependencias del proyecto y la configuración de arranque del servidor.
- **Imagen del frontend** (`jcarlos170429/frontend-thesis:v7`): construida a partir de un Dockerfile multi-etapa que primero compila la aplicación Angular en modo producción y luego sirve los archivos estáticos resultantes mediante Nginx dentro del contenedor.

3.15.4 Verificación del despliegue

Una vez completado el despliegue, se realizaron las verificaciones necesarias para confirmar el correcto funcionamiento del sistema en el entorno de staging:

- Verificación del estado de los tres contenedores mediante el comando `docker ps`.
- Acceso al sistema desde un navegador externo al servidor mediante la IP pública del Droplet.
- Verificación de los endpoints de la API desde un cliente HTTP externo.
- Revisión de los logs de cada contenedor para identificar errores de arranque o configuración.

- Verificación de la correcta conexión entre el frontend, el backend y la base de datos mediante el flujo de login.

3.15.5 Casos de prueba

Tabla 3. 19

Tabla de casos de prueba del sprint 13

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Sistema	Verificar que los contenedores Docker están corriendo y en estado saludable tras el despliegue	El comando <code>docker ps</code> muestra los contenedores (backend, frontend) en estado "Up"	Aprobado
CP2	Sistema	Verificar que el contenedor del backend espera a que la base de datos esté saludable antes de iniciarse	El backend no genera errores de conexión a la base de datos en los logs al iniciar el servidor.	Aprobado
CP3	Usuario externo	Acceder al sistema desde un navegador externo al servidor mediante la IP pública del Droplet	La aplicación carga correctamente desde la IP del servidor en el navegador externo sin errores	Aprobado
CP4	Usuario externo	Verificar que el flujo de login funciona	El usuario puede iniciar sesión con sus credenciales y acceder	Aprobado

		correctamente en el entorno de staging	al panel correspondiente a su rol	
CP5	Sistema	Verificar que Nginx enruta correctamente las peticiones al frontend y al backend	Las peticiones al dominio raíz se sirven desde el frontend y las peticiones a las rutas de la API se redirigen correctamente al backend	Aprobado
CP6	Sistema	Verificar que las variables de entorno de producción están correctamente configuradas en el servidor	El backend se conecta correctamente a la base de datos, a Amazon S3 y a SendGrid utilizando las variables de entorno de producción	Aprobado
CP7	Sistema	Verificar que los archivos subidos al sistema se almacenan en Amazon S3 y no en el sistema de archivos del servidor	Los documentos adjuntados en el entorno de staging aparecen en el bucket de S3 configurado; el servidor no almacena archivos localmente	Aprobado
CP8	Sistema	Verificar que el envío de correos funciona	Los correos de notificación se envían correctamente desde el	Aprobado

		correctamente en el entorno de staging	entorno de staging mediante SendGrid	
CP9	Sistema	Verificar que la imagen del frontend sirve correctamente la aplicación Angular compilada en modo producción	La aplicación carga correctamente en el navegador externo con todos los recursos estáticos disponibles	Aprobado

3.16 Sprint 14

El decimocuarto sprint se dedicó íntegramente a la ejecución de pruebas manuales sobre la lógica de negocio del sistema en el entorno de staging desplegado en el sprint anterior. Con el sistema completo operativo en un servidor real, este sprint tuvo como objetivo verificar que todos los flujos de las cuatro etapas del proceso de gestión de tesis funcionaran correctamente de extremo a extremo, identificar errores o comportamientos inesperados y documentar los resultados para su corrección en sprints posteriores. Las pruebas fueron ejecutadas simulando el comportamiento real de los tres actores del sistema (Estudiante, Docente y Secretario) sobre el entorno de staging, utilizando datos representativos del proceso real de gestión de tesis de la Escuela Profesional. Al finalizar este sprint, se contaba con un registro completo del estado funcional del sistema y una lista de ajustes menores identificados para ser atendidos en los siguientes sprints.

3.16.1. Alcance y metodológica de las pruebas

Las pruebas manuales de esta primera ronda se organizaron de la siguiente manera:

- **Entorno de pruebas:** entorno de staging desplegado en el servidor DigitalOcean Droplet, accesible mediante la IP pública del servidor.
- **Actores simulados:** se crearon cuentas de prueba para los tres roles del sistema (Estudiante, Docente Revisor/Dictaminante y Secretario) con datos representativos del proceso real.
- **Cobertura:** se ejecutaron pruebas sobre los 32 casos de uso principales del sistema, cubriendo los flujos principales, los flujos alternativos (observaciones y correcciones) y las validaciones del sistema.
- **Documentación:** cada caso de prueba fue documentado con su resultado (Aprobado / Observado) y, en los casos con resultado Observado, se registró una descripción detallada del error encontrado para su corrección.

3.16.2 Errores identificados y correcciones realizadas

Durante la ejecución de las pruebas se identificaron los siguientes errores menores que fueron corregidos durante el mismo sprint:

- Inconsistencia en el orden de los estados mostrados en el historial de seguimiento del expediente: los eventos más recientes no siempre aparecían al inicio de la lista. Se corrigió el ordenamiento cronológico descendente en el endpoint del historial.
- Error en la generación de documentos cuando el título de la tesis contenía caracteres especiales (tildes, eñes): el PDF generado mostraba caracteres incorrectos. Se actualizó la configuración de codificación UTF-8 en el motor de generación de documentos.

- En dispositivos móviles con pantalla inferior a 375px, algunos botones de acción quedaban fuera del área visible. Se ajustaron los estilos CSS para garantizar la correcta visualización en pantallas pequeñas.

3.16.4 Casos de prueba

Tabla 3. 20

Tabla de casos de prueba del sprint 14

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante / Docente / Secretario	Iniciar sesión en el sistema con cada uno de los tres roles	Acceso correcto a la interfaz con redirección al panel correspondiente a cada rol	Aprobado
CP2	Secretario	Administrar usuarios: agregar, editar y desactivar desde el panel de administración	Usuarios gestionados correctamente; los cambios se reflejan inmediatamente en el sistema	Aprobado
CP3	Secretario	Configurar la información institucional del sistema (director, decano, secretario)	Los datos institucionales se actualizan correctamente y quedan disponibles para la generación de documentos	Aprobado
CP4	Estudiante	Registrar el plan de tesis adjuntando todos los documentos requeridos	Plan registrado correctamente y notificación enviada al Secretario	Aprobado

CP5	Secretario	Emitir observaciones sobre el plan de tesis registrado por el estudiante	Observaciones registradas, estado cambia a "Observado" y notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP6	Estudiante	Resolver las observaciones del Secretario subiendo los documentos corregidos	Correcciones registradas, estado vuelve a "En revisión" y notificación enviada al Secretario	Aprobado
CP7	Secretario	Aprobar el registro del plan de tesis y generar la resolución	Resolución generada, firmada y subida al sistema; notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP8	Secretario	Asignar revisores al plan de tesis aprobado	Revisores designados, resolución de nombramiento generada y notificaciones enviadas	Aprobado
CP9	Docente	Emitir observaciones sobre el plan de tesis asignado	Observaciones registradas y notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP10	Estudiante	Resolver las observaciones del Docente Revisor	Correcciones registradas y notificación enviada a los revisores	Aprobado

CP11	Docente	Aprobar el plan de tesis e ingresar calificación	Aprobación registrada con calificación y reporte de evaluación generado	Aprobado
CP12	Secretario	Generar la resolución final de aprobación del plan de tesis	Resolución final generada, firmada y aprobada; notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP13	Estudiante	Registrar la solicitud de nombramiento de dictaminantes	Solicitud registrada y notificación enviada al Secretario	Aprobado
CP14	Secretario	Emitir observaciones sobre la solicitud de nombramiento de dictaminantes	Observaciones registradas y notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP15	Estudiante	Resolver las observaciones del Secretario en la Etapa 2	Correcciones registradas y notificación enviada al Secretario	Aprobado
CP16	Secretario	Aprobar la solicitud de nombramiento de dictaminantes	Estado aprobado y notificación enviada al estudiante	Aprobado

CP17	Secretario	Asignar dictaminantes para la tesis	Dictaminantes designados, resolución generada y notificaciones enviadas	Aprobado
CP18	Docente	Emitir observaciones sobre la tesis asignada como dictaminante	Observaciones registradas y notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP19	Estudiante	Resolver las observaciones del Docente Dictaminante	Correcciones registradas y notificación enviada a los dictaminantes	Aprobado
CP20	Docente	Aprobar la tesis y generar el informe de viabilidad	Informe de viabilidad generado, registrado y notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP21	Estudiante	Registrar la solicitud de dictamen final	Solicitud registrada y notificación enviada al Secretario	Aprobado
CP22	Secretario	Emitir observaciones sobre la solicitud de dictamen final	Observaciones registradas y notificación enviada al estudiante	Aprobado

CP23	Estudiante	Resolver las observaciones del Secretario en la Etapa 3	Correcciones registradas y notificación enviada al Secretario	Aprobado
CP24	Secretario	Aprobar la solicitud de dictamen final y generar la resolución	Resolución de dictamen final generada, firmada y aprobada; notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP25	Estudiante	Registrar la solicitud de nombramiento de jurado y fecha de sustentación	Solicitud registrada y notificación enviada al Secretario	Aprobado
CP26	Secretario	Emitir observaciones sobre la solicitud de nombramiento de jurado	Observaciones registradas y notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP27	Estudiante	Resolver las observaciones del Secretario en la Etapa 4	Correcciones registradas y notificación enviada al Secretario	Aprobado
CP28	Secretario	Aprobar la solicitud de nombramiento de jurado	Estado aprobado y notificación enviada al estudiante	Aprobado

CP29	Secretario	Asignar jurado completo (dictaminantes + replicantes) con fecha, hora y lugar	Jurado registrado, resolución generada y notificaciones enviadas a todos los miembros del jurado y al estudiante	Aprobado
CP30	Secretario	Generar el acta de sustentación el día de la defensa y registrar la nota final	Acta generada correctamente y nota final registrada en el sistema	Aprobado
CP31	Docente	Firmar el acta de observaciones desde el panel del docente	Firma registrada en el sistema y notificación enviada al Secretario	Aprobado
CP32	Secretario	Ingresar el enlace al repositorio y culminar la aprobación de la sustentación	Enlace registrado, estado del expediente actualizado a "Titulado" y notificación enviada al estudiante	Aprobado

3.17 Sprint 15

El decimoquinto sprint realizó modificaciones estructurales en la base de datos del sistema para soportar dos nuevas funcionalidades identificadas tras las pruebas del sprint anterior: el almacenamiento y gestión de recordatorios programados (jobs/cron jobs) y la configuración dinámica de las variables utilizadas en la generación automática de documentos oficiales. Hasta este punto del desarrollo, los datos institucionales utilizados en las plantillas de

documentos (nombre del director de escuela, nombre del decano, nombre del secretario, entre otros) estaban definidos de forma estática en el código del backend, lo que implicaba que cualquier cambio en estas variables requería una modificación directa del código fuente y un nuevo despliegue del sistema. Este sprint resolvió ambas limitaciones implementando las tablas y la lógica necesarias para gestionar estas funcionalidades de forma dinámica desde el panel de administración. Al finalizar este sprint, el sistema contaba con un mecanismo de recordatorios automáticos y una gestión flexible de las variables institucionales, mejorando significativamente la mantenibilidad y la autonomía del sistema frente a cambios en los datos institucionales.

3.17.1 Tabla y lógica de Recordatorios (Jobs)

Se creó la tabla y se implementó la lógica backend necesaria para gestionar recordatorios automáticos programados dentro del sistema:

- **Tabla jobs_recordatorios:** almacena cada recordatorio configurado por el sistema, incluyendo los siguientes campos: tipo de evento (observación pendiente, evaluación pendiente), identificador del expediente relacionado, usuario destinatario del recordatorio, fecha y hora programada de ejecución, estado del job (pendiente, ejecutado, fallido) y fecha de ejecución efectiva.
- **Lógica de ejecución de jobs:** se implementó en el backend un proceso que verifica periódicamente la tabla de jobs buscando recordatorios con estado "pendiente" cuya fecha de ejecución ya haya sido alcanzada. Para cada job encontrado, el sistema envía la notificación correspondiente al usuario destinatario (dentro de la plataforma y por correo electrónico mediante MailerSend) y actualiza el estado del job a "ejecutado".

- **Gestión de jobs fallidos:** si el envío de la notificación falla por cualquier motivo, el sistema actualiza el estado del job a "fallido" y registra el mensaje de error, sin bloquear el procesamiento de los demás jobs pendientes.
- **Casos de uso de recordatorios implementados:**
 - Recordatorio al Estudiante si lleva más de N días sin atender las observaciones registradas en su expediente.
 - Recordatorio al Docente Revisor o Dictaminante si lleva más de N días sin evaluar el expediente que le fue asignado.

3.17.2 Tabla de variables para Generación de Documentos

Se creó una tabla de configuración dinámica que permite al Administrador gestionar desde el panel las variables institucionales utilizadas en la generación automática de documentos:

- **Tabla variables_documentos:** almacena pares clave-valor para cada variable configurable del sistema, incluyendo: nombre del director de escuela, nombre del decano, nombre del secretario, año académico, nombre de la facultad y nombre de la escuela profesional. Cada registro incluye la clave de la variable, su valor actual y la fecha de última actualización.
- **Actualización del motor de generación de documentos:** el módulo de generación de documentos fue refactorizado para leer las variables institucionales desde la tabla `variables_documentos` en cada generación, en lugar de usar valores hardcodeados en el código. Esto garantiza que cualquier actualización realizada desde el panel de administración se refleje inmediatamente en los documentos generados, sin necesidad de modificar el código fuente ni redespargar el sistema.

- **Actualización de plantillas:** las plantillas de todos los documentos del sistema (resoluciones de las cuatro etapas y actas de sustentación) fueron actualizadas para referenciar las variables dinámicas de la tabla, reemplazando los valores estáticos que tenían anteriormente.
- **Interfaz de administración:** se implementó una vista en el panel del Administrador que lista todas las variables configurables del sistema con sus valores actuales, permitiendo actualizarlas mediante un formulario de edición.

Figura 3. 61

Vista de las nuevas tablas agregadas

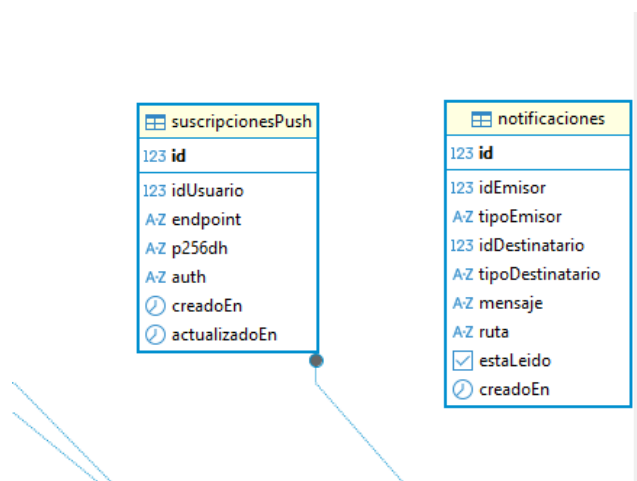


Figura 3. 62

Vista del mail enviado para alertar al usuario



3.17.3 Casos de prueba

Tabla 3. 21

Tabla de casos de prueba del sprint 15

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Sistema	Verificar que se crea un job de recordatorio cuando un estudiante lleva más de N días sin atender las observaciones de su expediente	El job queda registrado en la tabla jobs_recordatorios con estado "pendiente" y la fecha de ejecución correcta	Aprobado

CP2	Sistema	Verificar que se crea un job de recordatorio cuando un Docente lleva más de N días sin evaluar un expediente asignado	El job queda registrado correctamente con el tipo de evento, el destinatario y la fecha de ejecución programada	Aprobado
CP3	Sistema	Ejecutar el proceso de jobs y verificar que los recordatorios pendientes son procesados correctamente	El sistema procesa los jobs con estado "pendiente" cuya fecha de ejecución ya fue alcanzada, envía las notificaciones y actualiza el estado a "ejecutado"	Aprobado
CP4	Estudiante	Verificar que recibe la notificación de recordatorio dentro de la plataforma cuando su job es procesado	La notificación de recordatorio aparece en el panel del estudiante con el mensaje y la fecha correctos	Aprobado
CP5	Estudiante	Verificar que recibe el correo electrónico de recordatorio cuando su job es procesado	El correo de recordatorio llega a la bandeja de entrada del estudiante con el contenido y el enlace al sistema correctos	Aprobado

CP6	Sistema	Verificar que un job en estado "fallido" no bloquea el procesamiento de los demás jobs pendientes	Los jobs pendientes restantes se procesan correctamente aunque existan jobs fallidos en la tabla	Aprobado
CP7	Secretario	Actualizar el nombre del director de escuela desde el panel de administración y generar una nueva resolución	La nueva resolución incluye el nombre actualizado del director; las resoluciones generadas anteriormente no se modifican	Aprobado
CP8	Secretario	Actualizar el nombre del decano desde el panel de administración y generar una nueva resolución	La nueva resolución incluye el nombre actualizado del decano correctamente	Aprobado
CP9	Sistema	Verificar que las plantillas de documentos leen las variables desde la tabla variables_documentos y no desde valores hardcoded	Al cambiar cualquier variable en la tabla, el documento generado refleja el cambio inmediatamente sin modificar el código fuente	Aprobado
CP10	Secretario	Verificar que el panel de administración lista	El panel muestra todas las variables con sus valores	Aprobado

		correctamente todas las variables configurables del sistema	actuales y permite editarlas mediante el formulario correspondiente	
CP11	Sistema	Verificar que las plantillas de documentos de las cuatro etapas utilizan correctamente las variables dinámicas	Los documentos generados en las Etapas 1, 2, 3 y 4 incluyen correctamente los valores actuales de todas las variables institucionales	Aprobado
CP12	Sistema	Ejecutar prueba de regresión sobre la generación de documentos tras la refactorización del motor	Todos los documentos del sistema se generan correctamente con los nuevos valores dinámicos; no se introducen errores en el motor de generación	Aprobado

3.18 Sprint 16

El decimosexto sprint revirtió la modificación introducida en el Sprint 11 respecto al requisito obligatorio de adjuntar una solicitud valorada para aprobar los procesos de inscripción en las cuatro etapas del sistema. Tras un periodo de uso del sistema con este requisito activo y una nueva revisión del flujo de trabajo con el Secretario de la Escuela Profesional, se determinó que la exigencia de este documento como requisito obligatorio en el sistema generaba fricciones innecesarias en el proceso administrativo, ya que el control de la solicitud valorada se gestiona por un canal separado al sistema y no requería ser validado digitalmente por la plataforma. La decisión fue eliminar la obligatoriedad del campo, manteniéndolo como opcional para los casos en que el Secretario considere conveniente adjuntarlo. Los cambios afectaron de forma simultánea las cuatro etapas del sistema en la base de datos, el backend y el frontend. Al finalizar este sprint, el flujo de aprobación de los procesos de inscripción quedó simplificado, eliminando la barrera que impedía al Secretario aprobar expedientes sin el documento valorado adjunto.

3.18.1 Modificación del Backend - Eliminación de Solicitud valorada

Se actualizaron las reglas de negocio en los endpoints de aprobación de las cuatro etapas para eliminar la validación del documento solicitud valorada:

- Se eliminó del middleware de aprobación la verificación del campo **solicitud_valorada**, permitiendo que el Secretario apruebe cualquier proceso de inscripción independientemente de si el documento valorado ha sido adjuntado o no.
- Se ejecutaron pruebas de regresión sobre los cuatro endpoints de aprobación para verificar que la eliminación de la validación no introdujera efectos secundarios en la lógica de aprobación.

- El campo **solicitud_valorada** se mantiene en los modelos de datos del backend como campo opcional, permitiendo que el Secretario lo adjunte si lo considera necesario sin que el sistema lo exija.

3.18.2 Modificación del Frontend - Campo del Formulario

Se actualizaron los formularios y vistas de las cuatro etapas para reflejar el nuevo carácter opcional del campo de solicitud valorada:

- Se eliminó el indicador visual de campo obligatorio (asterisco rojo) del campo de solicitud valorada en los formularios de inscripción de cada etapa, reemplazándolo por una etiqueta que indica claramente que el campo es opcional.
- Se eliminaron los mensajes de error relacionados con la ausencia de la solicitud valorada en las vistas del Secretario, ya que estos mensajes dejaron de ser necesarios con la desactivación de la validación.
- El campo de carga de la solicitud valorada se mantuvo visible en los formularios como campo opcional, permitiendo que el Secretario lo utilice cuando lo considere pertinente.
- Se ejecutaron pruebas de regresión sobre los formularios de las cuatro etapas para verificar que la modificación no afectara el funcionamiento de los demás campos del formulario.

Figura 3. 63

Vista del Secretario aprobando una inscripción sin la solicitud valorada, sin mensajes de error.

Documentos Existentes:

 DNI - 250526.pdf	DNI	0.0704 MB	
 Plan de tesis - 250526.pdf	Plan de tesis	2.3687 MB	
 Carta de aceptación del asesor - 250526.pdf	Carta de aceptación del asesor	4.0375 MB	
 Reporte de TURNITIN - 250526.pdf	Reporte de TURNITIN	0.0337 MB	
 Ficha de seguimiento - 250526.pdf	Ficha de seguimiento	1.7786 MB	
 Recibo de pago derechos - 250526.pdf	Recibo de pago derechos	1.7202 MB	

Observacion:

Aprobar 

3.18.3 Casos de prueba

Tabla 3. 22

Tabla de casos de prueba del sprint 16

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Secretario	Aprobar la inscripción de la Etapa 1 sin adjuntar la solicitud valorada	El sistema permite la aprobación sin mostrar mensajes de error; el estado del expediente cambia a "Aprobado" correctamente	Aprobado

CP2	Secretario	Aprobar la inscripción de la Etapa 2 sin adjuntar la solicitud valorada	El sistema permite la aprobación sin restricciones en la Etapa 2	Aprobado
CP3	Secretario	Aprobar la inscripción de la Etapa 3 sin adjuntar la solicitud valorada	El sistema permite la aprobación sin restricciones en la Etapa 3	Aprobado
CP4	Secretario	Aprobar la inscripción de la Etapa 4 sin adjuntar la solicitud valorada	El sistema permite la aprobación sin restricciones en la Etapa 4	Aprobado
CP5	Sistema	Verificar que los registros existentes con el campo solicitud_valorada completado no fueron modificados	Los expedientes registrados durante el Sprint 11 que tenían la solicitud valorada adjunta mantienen su documento intacto	Aprobado
CP6	Sistema	Ejecutar prueba de regresión completa sobre los flujos de aprobación de las 4 etapas tras la eliminación de la validación	Todos los flujos de aprobación funcionan correctamente sin la validación del campo valorado; los demás casos de prueba no se ven afectados	Aprobado

CP7	Sistema	Verificar que no aparecen mensajes de error relacionados con la solicitud valorada en ninguna de las 4 etapas	Ninguna vista del sistema muestra mensajes de error sobre la solicitud valorada al intentar aprobar sin el documento	Aprobado
CP8	Secretario	Completar el flujo completo de las 4 etapas sin adjuntar la solicitud valorada en ninguna	El proceso completo de gestión de tesis se ejecuta correctamente sin el documento valorado en ninguna etapa	Aprobado

3.19 Sprint 17

El decimoséptimo sprint configuró el dominio propio para el sistema y habilitó el protocolo HTTPS mediante un certificado SSL/TLS, dando cumplimiento al requisito no funcional RNF-08 del sistema que establece que toda comunicación entre el cliente y el servidor debe realizarse de forma cifrada. Hasta este punto del desarrollo, el sistema era accesible únicamente mediante la dirección IP pública del servidor DigitalOcean, lo que generaba dos problemas: la URL no era amigable ni memorable para los usuarios, y la comunicación entre el navegador y el servidor se realizaba mediante HTTP sin cifrado, exponiendo los datos en tránsito a posibles interceptaciones. Este sprint resolvió ambos problemas registrando el dominio propio del sistema, configurando los registros DNS correspondientes y obteniendo un certificado SSL/TLS gratuito mediante Let's Encrypt a través de Certbot. Al finalizar este sprint, el sistema quedó accesible públicamente mediante la URL segura <https://seguimiento-tesis-info->

unsaac.work/login, con comunicación cifrada entre el navegador y el servidor garantizada por el certificado SSL/TLS.

3.19.1 Obtención del Certificado SSL/TLS con Let's Encrypt

Se obtuvo e instaló un certificado SSL/TLS gratuito para el dominio del sistema mediante el servicio Let's Encrypt y la herramienta Certbot:

- **Instalación de Certbot:** se instaló Certbot en el servidor DigitalOcean Droplet junto con el plugin de Nginx, que permite la obtención y configuración automática del certificado en el servidor web.
- **Obtención del certificado:** se ejecutó Certbot con el plugin de Nginx para solicitar y obtener automáticamente el certificado SSL/TLS para el dominio seguimiento-tesis-info-unsaac.work y el subdominio [www](https://www.seguimiento-tesis-info-unsaac.work). Let's Encrypt emitió el certificado tras verificar la propiedad del dominio mediante el método de validación HTTP-01.
- **Renovación automática:** se configuró la renovación automática del certificado mediante un cron job de Certbot que verifica periódicamente la vigencia del certificado y lo renueva de forma automática antes de su vencimiento (cada 90 días), garantizando la continuidad del servicio sin intervención manual.

3.19.2 Configuración de Nginx para HTTPS

Se actualizó la configuración de Nginx para servir el sistema bajo HTTPS y redirigir automáticamente el tráfico HTTP hacia HTTPS:

- **Bloque de servidor HTTPS (puerto 443):** se configuró el bloque de servidor principal de Nginx para escuchar en el puerto 443 con SSL habilitado, referenciando los archivos del certificado y la clave privada generados por Certbot.
- **Redirección HTTP a HTTPS:** se configuró un bloque de servidor adicional en el puerto 80 que redirige automáticamente todas las peticiones HTTP hacia la versión HTTPS del dominio mediante una redirección 301 permanente, garantizando que no exista acceso inseguro al sistema.
- **Cabeceras de seguridad:** se añadieron cabeceras de seguridad HTTP en la configuración de Nginx, incluyendo Strict-Transport-Security (HSTS) para indicar a los navegadores que solo deben acceder al dominio mediante HTTPS.
- **Proxy inverso bajo HTTPS:** se actualizó la configuración del proxy inverso para que las peticiones al frontend y al backend sean enrutadas correctamente bajo el nuevo esquema HTTPS.

3.19.3 Casos de prueba

Tabla 3. 23

Tabla de casos de prueba del sprint 17

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Usuario	Acceder al sistema mediante la URL https://seguimiento-tesis-info-unsaac.work/login desde distintos navegadores	La aplicación carga correctamente bajo HTTPS con el candado de seguridad visible en la barra de direcciones	Aprobado
CP2	Usuario	Intentar acceder al sistema mediante HTTP (http://seguimiento-tesis-info-unsaac.work)	El navegador redirige automáticamente a HTTPS mediante una redirección 301; no existe acceso inseguro por HTTP	Aprobado

CP3	Usuario	Intentar acceder mediante www.seguimiento-tesis-info-unsaac.work	El subdominio www resuelve correctamente y redirige al dominio principal bajo HTTPS	Aprobado
CP4	Sistema	Verificar que las peticiones de la API del backend también se realizan mediante HTTPS	Las llamadas del frontend al backend utilizan HTTPS; no existen peticiones mixtas HTTP/HTTPS en la consola del navegador	Aprobado
CP5	Usuario	Completar el flujo de login y navegación por el sistema bajo HTTPS	El usuario puede iniciar sesión, navegar entre módulos y realizar todas las acciones del sistema sin errores bajo HTTPS	Aprobado

3.20 Sprint 18

El decimonoctavo sprint migró el módulo de envío de correos electrónicos del servicio SendGrid al servicio MailerSend, y configuró los registros DNS de autenticación necesarios para garantizar la entregabilidad y seguridad de los correos enviados por el sistema. La migración fue motivada por limitaciones en el plan gratuito de SendGrid que comenzaron a afectar la entrega de correos en el entorno de producción, identificadas tras el despliegue del sprint anterior. MailerSend ofrece un plan gratuito con mayor cuota de envío mensual y mejores herramientas de monitoreo de entregabilidad, lo que lo convierte en una alternativa más adecuada para las necesidades del sistema. Adicionalmente, la configuración de los registros DNS de autenticación (SPF, DKIM y DMARC) fue un paso crítico para garantizar que los correos enviados por el sistema lleguen directamente a la bandeja de entrada de los destinatarios sin ser marcados como spam. Al finalizar este sprint, el sistema contaba con un módulo de mensajería robusto, seguro y con alta tasa de entregabilidad, respaldado por los estándares de autenticación de correo electrónico más utilizados en la industria.

3.20.1 Migración del módulo de Correos a Mailer Send

Se realizó la migración completa del módulo de envío de correos del servicio SendGrid al servicio MailerSend:

- **Reemplazo de la librería cliente:** se eliminó la dependencia de la librería cliente de SendGrid del proyecto de Bun.js y se instaló el SDK oficial de MailerSend, actualizando el archivo de dependencias del proyecto.
- **Actualización de variables de entorno:** se reemplazaron las credenciales de SendGrid por las credenciales de MailerSend en el archivo `.env` de producción del servidor,

incluyendo el token de API de MailerSend y el correo electrónico del remitente verificado.

- **Migración de plantillas de correo:** todas las plantillas de correo diseñadas para SendGrid fueron recreadas en la plataforma de MailerSend, incluyendo las plantillas de los siguientes eventos: nueva solicitud recibida por el Secretario, observación registrada en el expediente, corrección enviada por el estudiante, etapa aprobada, asignación como revisor o dictaminante y recordatorio de acción pendiente.
- **Actualización del servicio de mensajería en el backend:** el servicio de envío de correos del backend fue refactorizado para utilizar el SDK de MailerSend en lugar del de SendGrid, manteniendo la misma interfaz interna para que el resto del sistema no requiriera cambios adicionales.
- **Pruebas de envío y entregabilidad:** se realizaron pruebas de envío de correos desde el entorno de producción hacia cuentas de correo de diferentes proveedores (Gmail, Outlook, Yahoo), verificando la recepción en la bandeja de entrada y el correcto renderizado de las plantillas en cada cliente de correo.

3.20.2 Configuración DNS para Autenticación de correos

Se configuraron los tres registros DNS de autenticación necesarios para que MailerSend pueda enviar correos en nombre del dominio del sistema con las máximas garantías de seguridad y entregabilidad:

- **Registro SPF (Sender Policy Framework):** se añadió un registro TXT en el DNS del dominio seguimiento-tesis-info-unsaac.work que autoriza a los servidores de MailerSend a enviar correos en nombre del dominio. El registro SPF indica a los servidores de correo

receptores qué servidores están autorizados para enviar mensajes desde el dominio, reduciendo la probabilidad de que los correos sean marcados como spam o rechazados.

- **Registro DKIM (DomainKeys Identified Mail):** se añadió un registro TXT con la clave pública DKIM proporcionada por MailerSend en el DNS del dominio. Este registro permite que los servidores de correo receptores verifiquen la firma criptográfica incluida en cada correo enviado, confirmando que el mensaje no ha sido modificado en tránsito y que realmente proviene del dominio declarado.
- **Registro DMARC (Domain-based Message Authentication, Reporting and Conformance):** se añadió un registro TXT de DMARC que define la política que deben aplicar los servidores receptores cuando un correo no supera las verificaciones SPF o DKIM. Se configuró una política de cuarentena inicial para monitorear el estado de autenticación de los correos antes de aplicar una política más restrictiva.
- **Verificación de los registros DNS:** se verificó la correcta configuración de los tres registros DNS mediante las herramientas de diagnóstico de MailerSend y herramientas externas de validación DNS, confirmando que los registros estaban correctamente propagados y eran reconocidos por los servidores de correo de los principales proveedores.

Figura 3. 64

Código del servicio de mensajería en Bun.js utilizando el SDK de MailerSend.

```
TP.Backend > src > infrastructure > messaging >  mailerSend.ts > ...
1  import { MailerSend, EmailParams, Sender, Recipient } from "mailersend";
2
3  const mailerSend = new MailerSend({
4    |  apiKey: process.env.MAILERSEND_API_KEY || "",
5  });
6
7  export class MailerSendService {
8    |  async sendMailNotification(to: string, body: string, ruta: string) {
9    |    |  try {
10    |    |    const sentFrom = new Sender(
11    |    |    |  process.env.EMAIL_FROM || "notificacion@tudominio.com",
12    |    |    |  process.env.EMAIL_FROM_NAME || "Sistema"
13    |    |    |  );
14    |    |    const recipients = [new Recipient(to, "Usuario")];
15    |    |
16    |    |    const emailParams = new EmailParams()
17    |    |    |  .setFrom(sentFrom)
18    |    |    |  .setTo(recipients)
19    |    |    |  .setSubject("Notificación del sistema de seguimiento de tesis")
20    |    |    |  .setTemplateId("k68zx128wr5lj905")
21    |    |    |  .setPersonalization([
22    |    |    |    {
23    |    |    |    |  email: to,
24    |    |    |    |  data: {
25    |    |    |    |    |  body,
26    |    |    |    |    |  ruta,
27    |    |    |    |    |  },
28    |    |    |    |  },
29    |    |    |  ]);
30    |    |    console.log("mailSENDED", new Date())
31    |    |    return await mailerSend.email.send(emailParams);
32    |    |  } catch (error) {
33    |    |    console.error("Error al enviar correo:", error);
34    |    |  }
35    |  }
36  }
37
```

3.20.3 Casos de prueba

Tabla 3. 24

Tabla de casos de prueba del sprint 18

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante	Verificar que el correo de notificación de nueva observación llega correctamente tras la migración a MailerSend	El correo llega a la bandeja de entrada del estudiante en Gmail con el remitente, asunto y contenido correctos	Aprobado
CP2	Estudiante	Verificar que el correo de notificación de nueva observación llega correctamente a una cuenta de gmail	El correo llega correctamente a la bandeja de entrada sin ser marcado como spam	Aprobado

CP3	Docente	Verificar que el correo de asignación como revisor o dictaminante llega correctamente al Docente	El Docente recibe el correo con el detalle del expediente asignado y el enlace directo al módulo correspondiente	Aprobado
CP4	Sistema	Verificar que todas las plantillas de correo migradas a MailerSend se renderizan correctamente	Cada plantilla (nueva solicitud, observación, aprobación, recordatorio) se muestra correctamente en Gmail.	Aprobado
CP5	Sistema	Verificar que los enlaces incluidos en los correos dirigen correctamente a las secciones correspondientes del sistema	Los enlaces de los correos llevan al usuario directamente a la sección del sistema correspondiente al evento notificado bajo HTTPS	Aprobado

3.21 Sprint 19

El decimonoveno sprint realizó modificaciones en la lógica de los procesos 2 y 3 de la Etapa 4 del sistema, ajustando los flujos de asignación de jurado y gestión del día de la sustentación según nuevos requerimientos identificados durante las revisiones del sistema con el Secretario de la Escuela Profesional. Tras el despliegue en producción y las pruebas realizadas en sprints anteriores, se identificó que el orden de los pasos en el proceso de asignación de jurado no reflejaba con precisión el flujo de trabajo real del Secretario, quien en la práctica confirma primero la fecha, hora y lugar de la sustentación antes de generar la resolución de nombramiento. Adicionalmente, el proceso del día de la sustentación requería una separación más clara entre los eventos previos al acto de defensa y los eventos posteriores, para evitar confusiones en el flujo de trabajo. Ambas modificaciones implicaron cambios en el backend y el frontend de la Etapa 4, así como la ejecución de pruebas de regresión para garantizar la estabilidad del sistema tras los ajustes. Al finalizar este sprint, la Etapa 4 contó con una lógica de negocio más precisa y un flujo de trabajo más alineado con el proceso administrativo real de la Escuela Profesional.

3.21.1 Modificación del Proceso 2 - Asignación del Jurado

Se ajustó la lógica del proceso 2 de la Etapa 4 para reflejar el orden correcto de los pasos en el flujo de asignación de jurado:

- **Nuevo orden de pasos:** el flujo fue reorganizado para que el Secretario primero confirme la fecha, hora y lugar de la sustentación acordada con el estudiante y el jurado, y solo después proceda a generar la resolución de nombramiento. Este cambio garantiza que la resolución generada incluya siempre la información completa de la sustentación.

- **Validación de fecha confirmada:** se implementó una validación en el backend que impide la generación de la resolución de nombramiento si la fecha, hora y lugar de la sustentación no han sido previamente confirmados y registrados en el sistema.
- **Actualización de la lógica de notificaciones:** se ajustó la lógica de notificaciones para que los miembros del jurado sean notificados únicamente cuando la resolución firmada haya sido subida al sistema, y no en el momento de la asignación, garantizando que el jurado reciba la información completa (incluyendo la resolución oficial) en una única notificación.
- **Actualización del frontend:** se actualizó la vista del Secretario para reflejar el nuevo orden de los pasos, mostrando primero el formulario de fecha, hora y lugar, y habilitando la generación de la resolución sólo cuando estos datos hayan sido completados.

3.21.2 Modificación del Proceso 3 - Día de la sustentación

Se ajustó la lógica del proceso 3 de la Etapa 4 para separar claramente los dos momentos del proceso de sustentación:

- **Separación en dos momentos:** el proceso fue dividido visualmente en dos momentos claramente diferenciados en la interfaz: "Antes de la sustentación" (generación del borrador del acta) y "Después de la sustentación" (registro de la nota final, generación del acta de observaciones y registro del enlace al repositorio).
- **Bloqueo del segundo momento:** se implementó una validación que impide al Secretario acceder a las acciones del segundo momento (registro de nota, generación de acta de observaciones) hasta que el borrador del acta de sustentación haya sido generado y la fecha de sustentación haya sido alcanzada, evitando registros prematuros de resultados.

- **Control de firmas mejorado:** se mejoró el panel de control de firmas del jurado para mostrar de forma más clara el estado de cada firma pendiente, incluyendo el nombre del docente, su rol en el jurado (dictaminante o replicante) y la fecha en que firmó (para las firmas completadas).
- **Validación de firmas completas:** se reforzó la validación que exige que todos los miembros del jurado hayan firmado el acta de observaciones antes de permitir el ingreso del enlace al repositorio y la aprobación final del proceso, mostrando un mensaje claro que identifica a los docentes con firma pendiente.
- **Actualización del frontend:** se actualizaron las vistas del proceso 3 para reflejar la nueva separación en dos momentos, con indicadores visuales claros del estado de cada momento (pendiente, en proceso, completado).

3.21.3 Casos de prueba

Tabla 3. 25

Tabla de casos de prueba del sprint 19

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Secretario	Intentar generar la resolución de nombramiento de jurado sin haber confirmado previamente la fecha,	El sistema no permite la generación de la resolución y muestra un mensaje indicando que la fecha, hora	Aprobado

		hora y lugar de sustentación	y lugar deben confirmarse primero	
CP2	Secretario	Confirmar la fecha, hora y lugar de sustentación y verificar que el botón de generación de resolución se habilita	El botón de generación de resolución se habilita correctamente tras completar los datos de fecha, hora y lugar	Aprobado
CP3	Secretario	Verificar que los miembros del jurado son notificados únicamente cuando la resolución firmada es subida al sistema	Los docentes del jurado reciben la notificación solo al subir la resolución firmada, no en el momento de la asignación	Aprobado

CP4	Secretario	Verificar que la interfaz muestra claramente los dos momentos del proceso 3: "Antes" y "Después" de la sustentación	La vista del proceso 3 muestra los dos momentos de forma visualmente diferenciada con indicadores de estado claros	Aprobado
CP5	Secretario	Generar el borrador del acta de sustentación y verificar que se habilitan las acciones del segundo momento	Las acciones del segundo momento (registro de nota, acta de observaciones) se habilitan tras generar el borrador del acta	Aprobado
CP6	Sistema	Ejecutar el flujo completo de la Etapa 4 con la nueva lógica de los procesos 2 y 3	El proceso completo (solicitud → revisión → asignación con fecha → sustentación → firmas → titulado) se ejecuta	Aprobado

correctamente con la

nueva lógica

3.22 Sprint 20

El vigésimo sprint implementó el módulo de acceso a documentos del sistema, una funcionalidad transversal que permite a todos los usuarios visualizar y descargar los documentos generados y adjuntados a lo largo de las cuatro etapas del proceso de gestión de tesis, con acceso controlado según el rol de cada usuario. Hasta este punto del desarrollo, los documentos eran accesibles únicamente desde las vistas específicas de cada proceso, lo que dificultaba la consulta de documentos de etapas anteriores una vez que el proceso había avanzado. Este sprint implementó una vista centralizada de documentos por expediente, con acceso diferenciado por rol y descarga segura mediante URLs firmadas de Amazon S3. Al finalizar este sprint, el sistema contaba con un módulo de gestión documental completo que garantizaba que cada usuario pudiera acceder únicamente a los documentos que le correspondían según su rol y participación en el proceso, cumpliendo con el requisito no funcional RNF-01 de gestión de roles y permisos del sistema.

3.22.1 Diseño del Control de Acceso a Documentos por Rol

Se definió e implementó la matriz de control de acceso a documentos según el rol de cada usuario del sistema:

- **Rol Estudiante:** acceso a todos los documentos de su propio expediente en todas las etapas del proceso, incluyendo los documentos que él mismo adjuntó, las resoluciones generadas por el Secretario, los informes de evaluación emitidos por los revisores y dictaminantes, y las actas de sustentación. El estudiante no puede acceder a los documentos de otros expedientes.
- **Rol Docente:** acceso a los documentos de los expedientes en los que ha participado como revisor (Etapa 1) o como dictaminante (Etapa 2), incluyendo el plan de tesis o la tesis asignada, los documentos informativos del proceso y las resoluciones correspondientes. El docente no puede acceder a expedientes en los que no ha participado.
- **Rol Administrador (Secretario):** acceso completo a todos los documentos de todos los expedientes del sistema, sin restricciones por etapa ni por estudiante, lo que le permite gestionar de forma centralizada toda la documentación del sistema

3.22.2 Implementación del Backend - Acceso a Documentos

Se implementaron los endpoints necesarios para gestionar el acceso a documentos con control por rol:

- **Endpoint de listado de documentos por expediente:** retorna la lista de documentos de un expediente específico, filtrada según el rol del usuario autenticado. Verifica que el usuario tenga permiso para acceder al expediente antes de retornar la lista.

- **Endpoint de descarga de documento:** genera una URL firmada de Amazon S3 con tiempo de expiración para el documento solicitado, verificando previamente que el usuario tenga permiso para acceder al documento. La URL firmada tiene una validez de 15 minutos, garantizando que no pueda ser reutilizada indefinidamente.
- **Middleware de verificación de acceso:** se implementó un middleware que verifica para cada petición de documento si el usuario autenticado tiene permiso para acceder al expediente correspondiente, basándose en su rol y en su participación registrada en las tablas de asignación de revisores y dictaminantes.

3.22.3 Implementación del Frontend - Vista de Documentos

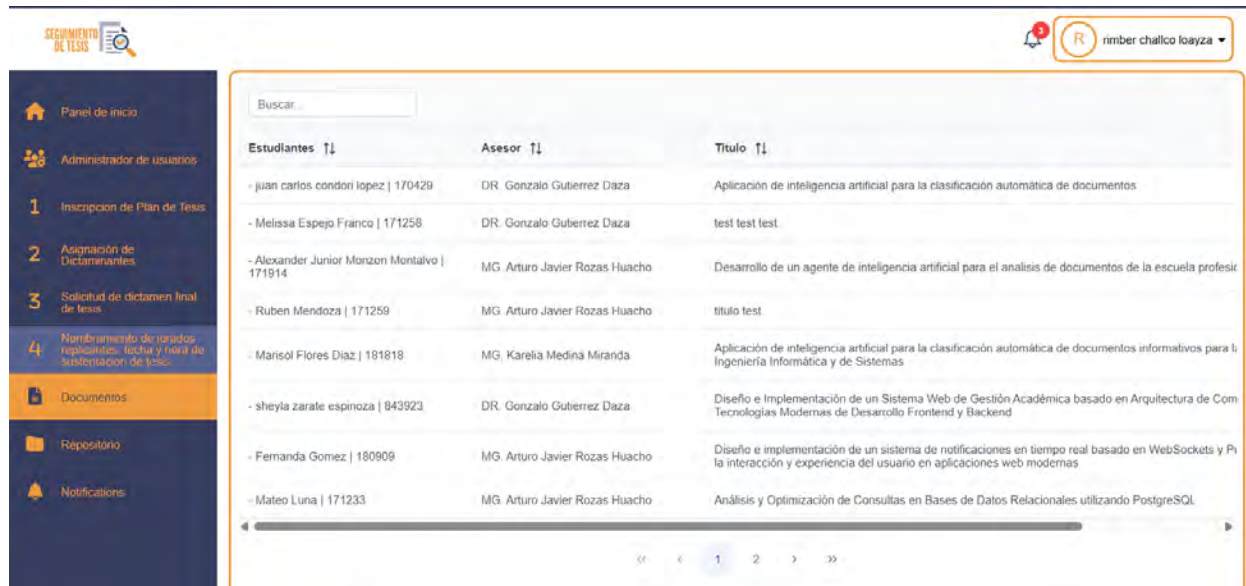
Se desarrollaron las vistas del frontend para el módulo de acceso a documentos:

- **Vista de documentos del expediente (Estudiante):** lista todos los documentos del expediente del estudiante, organizados por etapa del proceso, con el nombre del documento, el tipo, la fecha de carga y un botón de descarga individual para cada documento.
- **Vista de documentos del expediente (Docente):** lista los documentos de los expedientes asignados al docente, con las mismas opciones de visualización y descarga que la vista del estudiante, limitada a los expedientes donde el docente ha participado.
- **Vista de documentos del expediente (Secretario):** lista todos los documentos de cualquier expediente seleccionado, con la misma organización por etapa y opciones de descarga, sin restricciones de acceso.

- **Componente de lista de documentos reutilizable:** se desarrolló un componente Angular reutilizable para la lista de documentos que es compartido entre las vistas de los tres roles, garantizando consistencia visual y reduciendo la duplicación de código.

Figura 3. 65

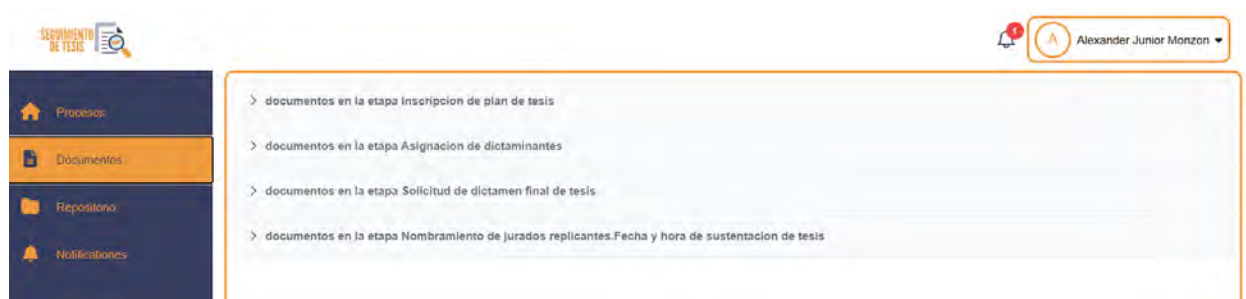
Vista del Secretario con acceso completo a los documentos de cualquier expediente del sistema.



Estudiantes ↑↓	Asesor ↑↓	Título ↑↓
- Juan Carlos Condori Lopez 170429	DR. Gonzalo Gutierrez Daza	Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos
- Melissa Espejo Franco 171258	DR. Gonzalo Gutierrez Daza	test test test
- Alexander Junior Monzon Montalvo 171914	MG. Arturo Javier Rozas Huacho	Desarrollo de un agente de inteligencia artificial para el analisis de documentos de la escuela profesio
- Ruben Mendoza 171259	MG. Arturo Javier Rozas Huacho	titulo test
- Marisol Flores Diaz 181818	MG. Karelia Medina Miranda	Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos informativos para l
- sheyla zarate espinosa 843923	DR. Gonzalo Gutierrez Daza	Diseño e Implementación de un Sistema Web de Gestión Académica basado en Arquitectura de Com
- Fernanda Gomez 180908	MG. Arturo Javier Rozas Huacho	Diseño e implementación de un sistema de notificaciones en tiempo real basado en WebSockets y Pi
- Mateo Luna 171233	MG. Arturo Javier Rozas Huacho	Análisis y Optimización de Consultas en Bases de Datos Relacionales utilizando PostgreSQL

Figura 3. 66

Vista del Estudiante con los documentos de su expediente organizados por etapa del proceso



> documentos en la etapa Inscripción de plan de tesis
> documentos en la etapa Asignación de dictaminantes
> documentos en la etapa Solicitud de dictamen final de tesis
> documentos en la etapa Nombramiento de jurados replicantes.Fecha y hora de sustentación de tesis

3.22.4 Casos de Prueba

Tabla 3. 26

Tabla de casos de prueba del sprint 20

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante	Acceder a la vista de documentos de su propio expediente	El sistema muestra correctamente todos los documentos del expediente organizados por etapa con nombre, tipo y fecha de carga	Aprobado
CP2	Estudiante	Descargar un documento de su expediente desde la vista de documentos	El documento se descarga correctamente mediante una URL firmada de Amazon S3	Aprobado

CP3	Estudiante	Verificar que los documentos de las cuatro etapas del proceso aparecen correctamente en su vista	Los documentos de las Etapas 1, 2, 3 y 4 aparecen organizados por etapa con todos los archivos correspondientes	Aprobado
CP4	Docente	Acceder a los documentos de un expediente en el que fue designado como revisor en la Etapa 1	El docente puede ver y descargar los documentos del expediente asignado en la Etapa 1	Aprobado
CP5	Docente	Acceder a los documentos de un expediente en el que fue asignado como dictaminante en la Etapa 2	El docente puede ver y descargar los documentos del expediente asignado en la Etapa 2	Aprobado

CP6	Secretario	Acceder a los documentos de cualquier expediente del sistema	El Secretario puede ver y descargar los documentos de cualquier expediente sin restricciones de acceso	Aprobado
CP7	Secretario	Navegar entre los documentos de diferentes expedientes y etapas	El Secretario puede cambiar de expediente y de etapa libremente, accediendo a todos los documentos del sistema	Aprobado

3.23 Sprint 21

El vigésimo primer sprint implementó la funcionalidad de edición de documentos por parte del Administrador, una mejora identificada tras el uso del sistema en el entorno de producción. Durante las pruebas y la operación del sistema, el Secretario detectó situaciones en las que un documento ya registrado en el sistema requería ser corregido o reemplazado por una versión actualizada, sin que existiera un mecanismo formal dentro del sistema para realizar esta acción. Hasta este punto, cualquier corrección documental requería la intervención directa en la base de datos o en el bucket de Amazon S3, lo que representaba un riesgo para la integridad de los datos y requería conocimientos técnicos que el Secretario no necesariamente tiene. Este sprint implementó una interfaz de edición de documentos exclusiva para el rol Administrador, que permite modificar los metadatos de un documento (nombre y tipo) o reemplazar el archivo almacenado en Amazon S3 por una versión corregida, con registro completo de auditoría de cada modificación realizada. Al finalizar este sprint, el Secretario contó con un mecanismo seguro, trazable y accesible para gestionar las correcciones documentales necesarias sin requerir intervención técnica externa.

3.23.1 Implementación del Backend - Edición de Documentos

Se implementaron los endpoints necesarios para la edición de documentos con registro de auditoría:

- **Endpoint de edición de metadatos (PUT):** permite al Administrador actualizar el nombre descriptivo y el tipo de un documento registrado en el sistema. Antes de realizar la actualización, verifica que el usuario autenticado tenga rol Administrador. Tras la actualización, registra la modificación en la tabla de auditoría con los valores anteriores y nuevos.

- **Endpoint de reemplazo de archivo:** permite al Administrador subir una nueva versión del archivo de un documento registrado en el sistema. El proceso consiste en subir el nuevo archivo a Amazon S3 con un nuevo nombre único, actualizar la referencia al archivo en la base de datos y eliminar el archivo anterior del bucket de S3. Tras completar el proceso, registra la modificación en la tabla de auditoría.
- **Endpoint de consulta del historial de auditoría:** permite al Administrador consultar el historial completo de modificaciones de un documento específico, mostrando todas las entradas de la tabla de auditoría correspondientes al documento.

3.23.2 Implementación del Frontend - Interfaz de Edición

Se desarrolló la interfaz de edición de documentos exclusiva para el rol Administrador:

- **Vista de edición de documentos:** accesible desde la vista de documentos del expediente del Secretario, muestra la lista de todos los documentos del expediente con un botón de edición junto a cada documento. Al hacer clic en el botón de edición, se despliega un modal con las opciones de edición disponibles.
- **Modal de edición de metadatos:** formulario con los campos de nombre y tipo del documento, precargados con los valores actuales. Al guardar, el sistema actualiza los metadatos y registra la modificación en la auditoría.
- **Modal de reemplazo de archivo:** formulario con el componente de carga de archivos, que permite al Administrador seleccionar el nuevo archivo desde su dispositivo. Incluye las mismas validaciones de formato y tamaño implementadas en sprints anteriores. Al confirmar, el sistema reemplaza el archivo en Amazon S3 y registra la modificación en la auditoría.

- **Vista del historial de auditoría del documento:** al hacer clic en el ícono de historial junto a un documento, el Secretario puede visualizar el historial completo de modificaciones realizadas sobre ese documento, incluyendo quién lo modificó, cuándo y qué cambios se realizaron.

Figura 3. 67

Vista del Secretario con las opciones de edición disponibles para cada documento del expediente.

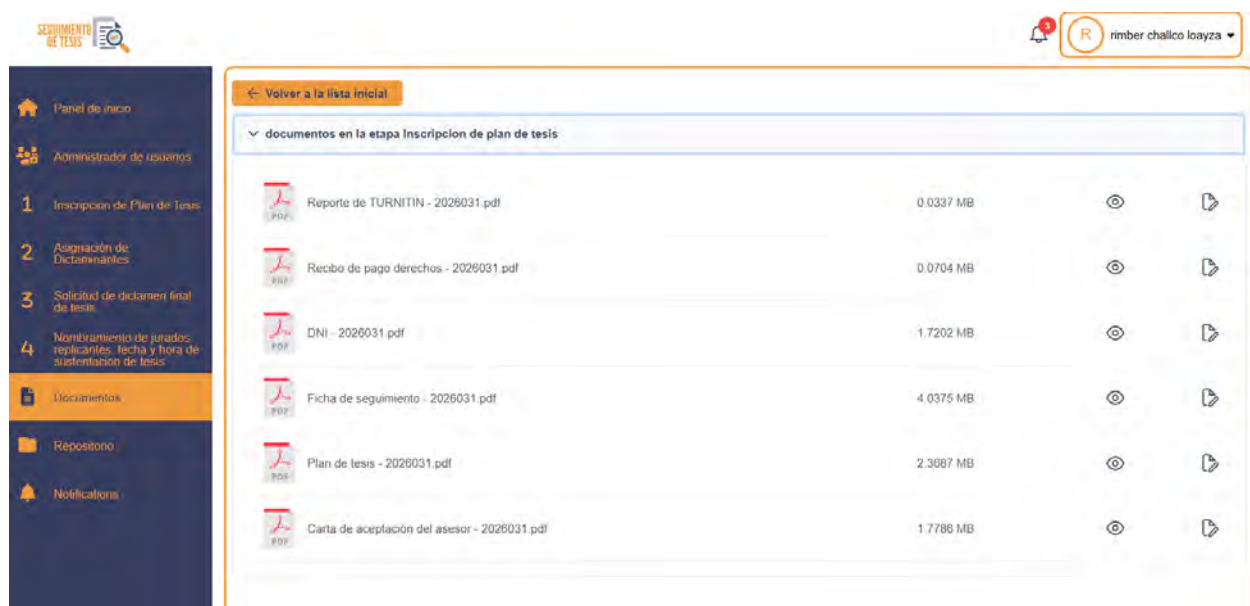
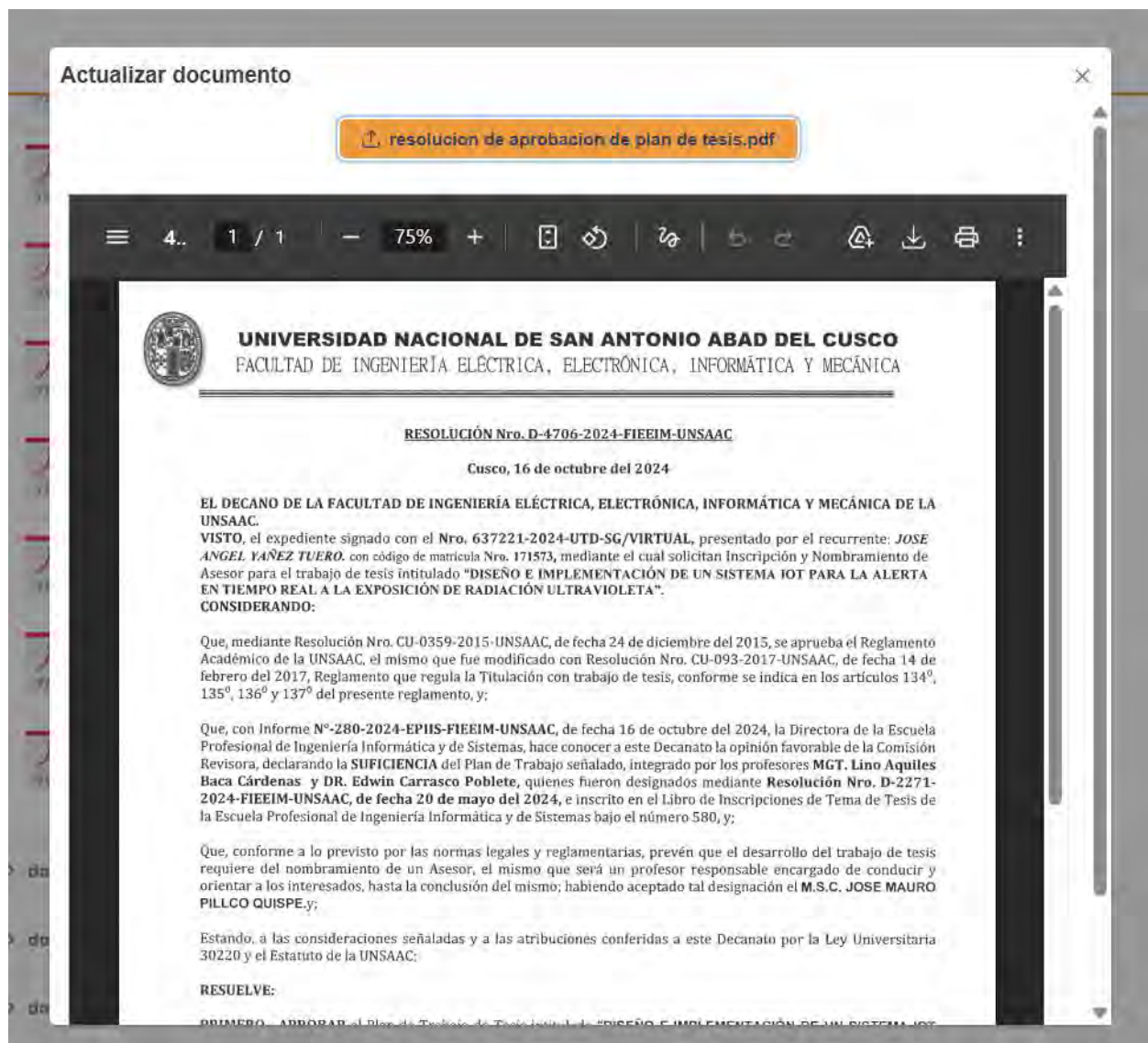


Figura 3. 68

Modal de reemplazo del archivo de un documento por una versión corregida



3.23.3. Casos de prueba

Tabla 3. 27

Tabla de casos de prueba del sprint 21

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Secretario	Acceder a la vista de edición de documentos de un expediente	El sistema muestra la lista de documentos del expediente con el botón de edición disponible junto a cada documento	Aprobado
CP2	Estudiante	Reemplazar el archivo de un documento por una versión corregida en formato PDF	El nuevo archivo queda almacenado correctamente en Amazon S3, la referencia en la base de datos se actualiza y el archivo anterior es eliminado del bucket	Aprobado

CP3	Secretario	Verificar que el documento reemplazado es accesible correctamente mediante la nueva URL firmada generada	El nuevo archivo se descarga correctamente mediante la URL firmada generada para el documento actualizado	Aprobado
CP4	Estudiante	Intentar acceder a sus documentos y ver el documento actualizado	El sistema le muestra la nueva versión de su documento	Aprobado

3.24 Sprint 22

El vigésimo segundo sprint modificó la lógica de edición del título del plan de tesis y la tesis a lo largo de todas las etapas del sistema. Durante la operación del sistema en el entorno de producción, se identificó que la lógica de cambio de título implementada en sprints anteriores no reflejaba con precisión las condiciones y restricciones del proceso real establecido en el reglamento institucional. El cambio de título es una acción sensible que impacta directamente en los documentos oficiales del proceso, por lo que requería un control más preciso sobre cuándo y cómo puede realizarse. Este sprint redefinió las condiciones bajo las cuales el título puede ser modificado, asegurando que el cambio solo pueda realizarse por el Secretario cuando se cumplan las condiciones establecidas por el reglamento, que el cambio se propague correctamente a los documentos del proceso y que todos los actores involucrados sean notificados. Al finalizar este

sprint, la lógica de cambio de título quedó robusta, consistente y alineada con el proceso administrativo real de la Escuela Profesional en las cuatro etapas del sistema.

3.24.1. Nueva lógica de Habilitación del Cambio de Título

Se redefinieron las condiciones bajo las cuales el campo de edición del título se habilita en cada etapa del sistema:

- **Etapla 1 (Plan de Tesis):** el campo de edición del título se habilita únicamente cuando ambos revisores asignados han registrado de forma coincidente una solicitud de cambio de título. Si solo uno de los revisores ha solicitado el cambio, el campo permanece deshabilitado hasta que el segundo revisor también registre la solicitud.
- **Etapla 2 (Dictaminantes):** el campo de edición del título se habilita únicamente cuando ambos dictaminantes asignados han registrado de forma coincidente una solicitud de cambio de título, siguiendo la misma lógica que en la Etapa 1.
- **Control de estado de solicitudes:** se implementó un mecanismo de seguimiento del estado de las solicitudes de cambio de título por etapa, registrando individualmente si cada revisor o dictaminante ha solicitado el cambio, para poder verificar la coincidencia entre ambos.

3.24.2 Modificación del Backend - Lógica de Cambio de Título

Se actualizaron los endpoints de las etapas 1 y 2 para implementar la nueva lógica de cambio de título:

- **Endpoint de solicitud de cambio de título (Docente):** permite al revisor o dictaminante registrar su solicitud de cambio de título sobre el expediente asignado. El sistema verifica

si el otro revisor o dictaminante ya ha registrado la misma solicitud; si es así, notifica automáticamente al Secretario para que proceda con el cambio.

- **Endpoint de cambio de título (Secretario):** permite al Secretario actualizar el título del plan de tesis o la tesis en el sistema. Este endpoint solo está habilitado cuando ambos revisores o dictaminantes han registrado la solicitud de cambio de forma coincidente, verificado mediante el estado de solicitudes de la etapa correspondiente. Tras el cambio, el sistema propaga el nuevo título a todos los documentos generados en la etapa actual e invalida las versiones anteriores de las resoluciones que contenían el título anterior.
- **Notificaciones tras el cambio de título:** tras realizar el cambio de título, el sistema notifica automáticamente al Estudiante sobre la actualización realizada, incluyendo el título anterior y el nuevo título en el mensaje de notificación.

3.24.3 Propagación del Cambio de Título

Se implementó la lógica de propagación del cambio de título a los documentos del proceso:

- **Actualización en la base de datos:** el nuevo título se actualiza en todos los registros relacionados con el expediente en la base de datos, incluyendo las tablas de trámites de todas las etapas activas y los registros de asignación de revisores y dictaminantes.
- **Invalidación de resoluciones anteriores:** las resoluciones generadas en la etapa actual que contenían el título anterior son marcadas como "versión anterior" en el sistema, indicando al Secretario que debe regenerar la resolución con el nuevo título antes de continuar con el proceso.

- **Actualización del historial del expediente:** el cambio de título queda registrado en el historial de seguimiento del expediente con el título anterior, el nuevo título, el actor que solicitó el cambio y la fecha de la modificación.

3.24.4 Modificación del Frontend - Campo de Edición del Título

Se actualizaron los formularios y vistas de las etapas 1 y 2 para reflejar la nueva lógica de habilitación del campo de título:

- **Campo de título con indicador de estado:** se actualizó el campo de edición del título en las vistas del Secretario para mostrar un indicador visual del estado de las solicitudes de cambio (ninguna solicitud, una solicitud registrada, ambas solicitudes registradas / campo habilitado).
- **Habilitación dinámica del campo:** el campo de edición del título se habilita dinámicamente en la interfaz cuando el backend confirma que ambos revisores o dictaminantes han registrado la solicitud de cambio de forma coincidente.
- **Confirmación antes del cambio:** al intentar guardar el nuevo título, el sistema muestra un modal de confirmación que presenta el título anterior y el nuevo título para que el Secretario verifique el cambio antes de confirmarlo.
- **Indicador de resoluciones a regenerar:** tras realizar el cambio de título, la interfaz muestra un aviso indicando que las resoluciones generadas anteriormente con el título anterior deben ser regeneradas para reflejar el nuevo título.

Figura 3. 69

Modal de confirmación del cambio de título con el título anterior y el nuevo título.

The screenshot shows a web application interface for 'SEGUIMIENTO DE TESIS'. A modal titled 'Solicitud cambio de título' is open. It contains a warning icon and text: 'Recuerde que esta es una solicitud para el cambio de título del plan de tesis, este se notificará al otro revisor el cual tiene que aceptar la propuesta y finalmente se notificará al estudiante para que haga el trámite de cambio de título. Ingrese una observación/motivo de la solicitud de cambio de título.' Below this is a large text input field. At the bottom of the modal are two buttons: '← Cancelar' and 'Enviar solicitud de cambio de título'. The background shows a sidebar with navigation items like '1 Revisión de inscripción de plan de tesis', '2 Revisión de nombramiento de dictaminadores de tesis', '4 Revisión de sustentaciones como DICTAMINANTE', '4 Revisión de sustentaciones como REPLICANTE', 'Asesores', 'Repositorio', and 'Notificaciones'. The main content area displays fields for 'Título:', 'Descripción:', 'Autores:', and 'Revisor:'.

Figura 3. 70

Campo de edición del título habilitado tras la coincidencia de ambos revisores en la solicitud de cambio.

The screenshot shows the 'SEGUIMIENTO DE TESIS' interface. The sidebar on the left has items: 'Panel de inicio', 'Administrador de usuarios', '1 Inscripción de Plan de Tesis', '2 Asignación de Dictaminantes', '3 Solicitud de dictamen final de tesis', '4 Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis', 'Documentos', 'Repositorio', and 'Notificaciones'. The main content area is titled 'Información:' and contains the following details:

- Título del plan de tesis:** Diseño e implementación de un Sistema Web de Gestión Académica basado en Arquitectura de Componentes utilizando Tecnologías Modernas de Desarrollo Frontend y Backend
- Descripción:** La solución plantea la construcción de una aplicación web que permita la gestión dinámica de tareas, integrando mecanismos de actualización en tiempo real para mejorar la productividad del usuario.
- Sus revisores son:** James Anotny Ramirez Mercado, Karla Medina Miranda
- Numero de expediente:** SZE1

Below this information is a warning icon and text: 'Los revisores: James Anotny Ramirez Mercado y Karla Medina Miranda hicieron la solicitud de el cambio de nombre de su plan de tesis para el expediente: SZE1, esto se notificará al estudiante quien se aproximará para culminar el trámite.' At the bottom right is a button labeled 'Cambiar título'.

3.24.5 Casos de prueba

Tabla 3. 28

Tabla de casos de prueba del sprint 22

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Docente	Registrar la solicitud de cambio de título como primer revisor en la Etapa 1	La solicitud queda registrada en el sistema y el indicador en la vista del Secretario muestra "1 de 2 solicitudes registradas"	Aprobado
CP2	Estudiante	Registrar la solicitud de cambio de título como segundo revisor en la Etapa 1	La solicitud queda registrada, el Secretario es notificado y el campo de título se habilita automáticamente	Aprobado

CP3	Secretario	Editar el título del plan de tesis con el campo habilitado en la Etapa 1	El nuevo título queda registrado en el sistema, el estudiante es notificado y la interfaz muestra el aviso de regeneración de resoluciones	Aprobado
CP4	Secretario	Registrar la solicitud de cambio de título como primer dictaminante en la Etapa 2	La solicitud queda registrada y el indicador en la vista del Secretario muestra "1 de 2 solicitudes registradas" en la Etapa 2	Aprobado
CP5	Secretario	Registrar la solicitud de cambio de título como segundo dictaminante en la Etapa 2	El campo de título se habilita en la Etapa 2 y el Secretario es notificado	Aprobado

CP6	Secretario	Editar y confirmar el cambio de título de la tesis en la Etapa 2	El nuevo título queda registrado correctamente en la Etapa 2 y los dictaminantes son notificados del cambio	Aprobado
CP7	Sistema	Ejecutar prueba de regresión sobre los flujos de evaluación de revisores y dictaminantes tras la modificación	Los flujos de evaluación de las Etapas 1 y 2 funcionan correctamente con la nueva lógica de cambio de título implementada	Aprobado

3.25 Sprint 23

El vigésimo tercer sprint implementó el repositorio centralizado del sistema, una funcionalidad transversal que consolida todos los expedientes y documentos de las cuatro etapas del proceso de gestión de tesis en una única vista de consulta. Hasta este punto del desarrollo, la consulta de expedientes y documentos solo era posible navegando por los módulos de cada etapa de forma individual, lo que dificultaba la obtención de una visión global del estado de los procesos gestionados por el sistema y la búsqueda de expedientes específicos. Este sprint implementó un módulo de repositorio con capacidades de búsqueda, filtrado y descarga que permite a cada actor del sistema consultar el historial completo de los expedientes según los

permisos de su rol. Al finalizar este sprint, el sistema contó con un repositorio centralizado que facilita la gestión documental, la consulta del estado de los procesos y el acceso al historial completo de los expedientes gestionados por la Escuela Profesional, constituyendo una herramienta de consulta y seguimiento de alto valor para todos los actores del sistema.

3.25.1 Implementación del Backend - Repositorio

Se implementaron los endpoints necesarios para gestionar el repositorio centralizado con control de acceso por rol:

- **Endpoint de listado de expedientes:** retorna la lista paginada de expedientes accesibles para el usuario autenticado, aplicando los filtros de control de acceso según el rol.
Soporta parámetros de búsqueda por texto, filtros por año, etapa y estado, y paginación para manejar eficientemente grandes volúmenes de expedientes.
- **Endpoint de detalle del expediente:** retorna la información completa de un expediente específico, incluyendo el estado de cada etapa, la lista de documentos de todas las etapas y el enlace al repositorio institucional si el expediente tiene estado "Titulado". Verifica que el usuario autenticado tenga permiso para acceder al expediente antes de retornar la información.
- **Endpoint de descarga en lote:** permite al usuario descargar todos los documentos de una etapa específica de un expediente en un archivo comprimido, generando las URLs firmadas de Amazon S3 para cada documento y retornándolas al cliente para la descarga individual o empaquetada

3.25.2 Implementación del Frontend - Vista del Repositorio

Se desarrollaron las vistas del frontend para el módulo de repositorio, con componentes diferenciados según el rol del usuario:

- **Vista principal del repositorio:** muestra la lista paginada de expedientes accesibles para el usuario, con el nombre del estudiante, el título, el año académico, el estado actual y los íconos de estado de cada etapa del proceso. Incluye el campo de búsqueda de texto libre y los filtros de año, etapa y estado.
- **Vista de detalle del expediente:** al seleccionar un expediente de la lista, el usuario accede a una vista de detalle que muestra el estado completo de las cuatro etapas con sus documentos correspondientes, organizados por etapa y proceso. Para los expedientes titulados, se muestra el enlace al repositorio institucional de la tesis.
- **Componente de filtros:** panel lateral o superior con los filtros disponibles (año académico, etapa, estado), con la opción de limpiar todos los filtros con un solo clic.

Figura 3. 71

Modal de confirmación del cambio de título con el título anterior y el nuevo título.

SEGUIMIENTO DE TESIS

Panel de inicio

Administrador de usuarios

1 Inscripción de Plan de Tesis

2 Asignación de Dictaminantes

3 Solicitud de dictamen final de tesis

4 Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora de sustentación de tesis

Documentos

Repositorio

Notifications

Buscar

Título	Descripción	Estudiante(s)	Asesor	Estado	Proceso	Documento Repositorio
Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos	Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos. Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos.	- Juan Carlos Condon Lopez	Gonzalo Gutierrez Diaz	En proceso	Inscripción de plan de tesis	
test test test	descripcion	- Melissa Espejo Franco	Gonzalo Gutierrez Diaz	En proceso	Inscripción de plan de tesis	
Desarrollo de un agente de inteligencia artificial para el analisis de documentos	Desarrollo de un agente de inteligencia artificial para el analisis de documentos. Desarrollo de un agente de inteligencia artificial para el analisis de documentos	- Alexander Junior Monzon Montalvo	Arturo Javier Rozas Huacho	En proceso	Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora	
titulo test	titulo-descripcion,	- Ruben Mendoza	Arturo Javier Rozas Huacho	En proceso	Inscripción de plan de tesis	
Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos informativos para la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas	Aplicación de inteligencia artificial para la clasificación automática de documentos	- Marisol Flores Diaz	Karelis Medina Miranda	Culminado	Nombramiento de jurados replicantes, fecha y hora	
Diseño e implementación de un Sistema Web de Gestión Académica basado en Arquitectura de Componentes utilizando Tecnologías Modernas de Desarrollo Frontend y Backend	Descripción: La solución plantea la construcción de una aplicación web que permita la gestión dinámica de tareas, integrando mecanismos de actualización en tiempo real para mejorar la productividad del usuario.	- sheyla zarate espinosa	Gonzalo Gutierrez Diaz	En proceso	Inscripción de plan de tesis	
Diseño e implementación de un sistema de notificaciones en tiempo real basado en WebSockets y Push Notifications para	Este proyecto propone el desarrollo de un sistema híbrido de notificaciones que combine tecnologías como WebSockets y Push Notifications para garantizar la entrega eficiente de mensajes en tiempo real. Se evaluará su impacto en la experiencia del usuario, latencia de	- Fernanda Gomez	Arturo Javier Rozas	En proceso	Inscripción de plan de tesis	

3.25.3 Casos de prueba

Tabla 3. 29

Tabla de casos de prueba del sprint 23

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Docente	Acceder al repositorio	El repositorio carga	Aprobado
		centralizado desde el	correctamente mostrando la	
		panel del Administrador	lista paginada de todos los	
			expedientes del sistema	

CP2	Secretario	Buscar un expediente por el nombre del estudiante en el campo de búsqueda del repositorio	Los resultados muestran correctamente los expedientes cuyo nombre de estudiante coincide con el texto buscado	Aprobado
CP3	Secretario	Filtrar los expedientes del repositorio por estado "Culminado"	El repositorio muestra únicamente los expedientes con estado final "Culminado"	Aprobado
CP4	Secretario	Verificar que el enlace al repositorio institucional aparece en los expedientes con estado "Culminado"	El enlace al repositorio institucional de la tesis se muestra correctamente en la vista de detalle del expediente Culminado	Aprobado

CP5	Estudiante	Acceder al repositorio desde el panel del Estudiante	El repositorio carga correctamente mostrando únicamente el expediente del estudiante autenticado	Aprobado
CP6	Docente	Acceder al repositorio desde el panel del Docente	El repositorio carga correctamente mostrando únicamente los expedientes en los que el docente ha participado como revisor o dictaminante	Aprobado
CP7	Sistema	Verificar que la paginación del repositorio funciona correctamente con múltiples expedientes	La lista de expedientes se pagina correctamente mostrando el número configurado de expedientes por página	Aprobado

3.26 Sprint 24

El vigésimo cuarto y último sprint del proyecto se dedicó íntegramente a la ejecución de pruebas manuales finales sobre el sistema completo en el entorno de producción. Con todos los módulos del sistema implementados y el sistema accesible públicamente mediante la URL <https://seguimiento-tesis-info-unsaac.work/login>, este sprint tuvo como objetivo validar la estabilidad, el correcto funcionamiento y la calidad general del sistema antes de su entrega formal. Las pruebas fueron ejecutadas sobre el entorno de producción real, simulando el comportamiento de los tres actores del sistema con datos representativos del proceso real de gestión de tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la UNSAAC. A diferencia del Sprint 15, donde se realizó la primera ronda de pruebas sobre el entorno de staging con los módulos base del sistema, este sprint cubrió la totalidad de los módulos implementados a lo largo de los 25 sprints del proyecto, incluyendo el repositorio centralizado, el módulo de edición de documentos, el acceso por rol, las firmas externas, la PWA y la configuración de seguridad HTTPS. Al finalizar este sprint, el sistema fue declarado estable y listo para su entrega formal, con todos los errores identificados durante las pruebas corregidos y verificados.

3.26.1 Errores identificados y correcciones realizadas

Durante la ejecución de las pruebas finales se identificaron y corrigieron los siguientes errores menores:

- **Error de renderizado en móviles de pantalla reducida:** en dispositivos con pantalla inferior a 375px, algunos botones de acción del módulo de repositorio quedaban fuera del área visible. Se ajustaron los estilos CSS del componente de tarjeta de expediente para garantizar la correcta visualización en pantallas pequeñas.

- **Error en la generación de documentos con caracteres especiales:** cuando el título de la tesis contenía caracteres especiales combinados (tildes y símbolos matemáticos), la plantilla PDF generaba algunos caracteres incorrectos. Se actualizó la configuración de fuentes del motor de generación de documentos para soportar el conjunto completo de caracteres UTF-8.
- **Enlace de repositorio institucional no clickeable en móviles:** en la vista de detalle del expediente titulado en dispositivos móviles, el enlace al repositorio institucional no era interactivo debido a un problema de superposición de capas CSS. Se corrigió el z-index del componente para garantizar la interactividad del enlace en todos los dispositivos.
- **Tiempo de carga elevado en el listado del repositorio con muchos expedientes:** cuando el repositorio contenía más de 50 expedientes, el tiempo de carga superaba los 2 segundos establecidos en el RNF-06. Se optimizó la consulta SQL del endpoint de listado agregando índices en los campos de búsqueda y filtrado más utilizados.

3.26.2 Resultado final de pruebas

Tras la corrección de los errores identificados, se re-ejecutaron los casos de prueba afectados y se confirmó la corrección de todos los errores. El sistema fue declarado estable para su entrega formal con los siguientes resultados:

- Los casos de prueba ejecutados cubren los aspectos principales del sistema.
- URL de producción verificada y operativa: <https://seguimiento-tesis-info-unsaac.work/login>

Figura 3. 72

Sistema operativo en la URL de producción <https://seguimiento-tesis-info-unsaac.work/login>.



3.26.3 Casos de prueba

Tabla 3. 30

Tabla de casos de prueba del sprint 25

ID	Actor	Acción	Resultado Esperado	Estado
CP1	Estudiante / Secretario / Docente	Ejecutar el flujo completo de gestión de tesis de extremo a extremo en producción (desde la inscripción del plan hasta el estado Titulado)	El proceso completo se ejecuta sin errores en el entorno de producción; el expediente llega correctamente al estado "Titulado" con todos los documentos registrados	Aprobado
CP2	Sistema	Verificar que los tres roles tienen acceso únicamente a sus funcionalidades en el entorno de producción	Ningún rol puede acceder a las funcionalidades de otro rol; los guards de Angular y el middleware JWT funcionan correctamente en producción	Aprobado

CP3	Secretario	Generar todos los tipos de documentos del sistema en producción (resoluciones de las cuatro etapas y actas de sustentación)	Todos los documentos se generan correctamente con datos reales; los caracteres especiales en nombres y títulos se procesan sin errores tras la corrección aplicada	Aprobado
CP4	Estudiante / Secretario / Docente	Verificar que las notificaciones en plataforma y los correos electrónicos llegan correctamente en el entorno de producción	Las notificaciones aparecen en el panel de cada usuario y los correos llegan a la bandeja de entrada en producción mediante MailerSend	Aprobado

CP5	Secretario	Subir un documento con firma externa en producción y verificar el avance del proceso	El documento con firma externa queda registrado correctamente y el proceso avanza al siguiente estado con la notificación enviada al estudiante	Aprobado
CP6	Usuario (móvil)	Verificar el diseño responsivo en dispositivos móviles de distintos tamaños de pantalla en producción	La interfaz se adapta correctamente a pantallas de 375px, 414px y 768px sin pérdida de funcionalidad ni elementos fuera del área visible	Aprobado

Capítulo 4

Resultados

4.1. Introducción

Estos resultados guardan coherencia con los hallazgos reportados en los antecedentes revisados. En línea con lo demostrado por Córdova Carrascal (2020), la implementación del sistema web permitió automatizar la gestión documental y mejorar el acceso a la información en tiempo real según el rol del usuario, reduciendo la dependencia de procesos manuales. De manera similar, los resultados coinciden con los de Huamán (2018), quien evidenció que un sistema web mejora significativamente la interacción entre asesores y tesis, facilita la revisión de avances y reduce la duplicidad de información; aspectos que el presente sistema también logró mediante sus módulos de seguimiento y notificaciones. Asimismo, en concordancia con Rodríguez (2019), el sistema implementado mejoró la eficiencia en la gestión de documentos y el seguimiento del proceso de titulación, reduciendo los tiempos de revisión y mejorando la usabilidad del proceso. Finalmente, a diferencia de lo identificado por Mera Villigua (2025), quien advirtió que la sola implementación tecnológica no garantiza una gestión eficiente sin políticas claras y capacitación, el presente sistema fue complementado con flujos estructurados, control de accesos por roles y validación con usuarios clave como el Secretario y docentes, lo que contribuyó a asegurar su viabilidad y utilidad en el contexto académico.

4.2. Validación de los Objetivos Específicos

La validación de los objetivos específicos se realizó mediante la verificación del funcionamiento de las funcionalidades implementadas en el sistema, considerando un enfoque cualitativo basado en pruebas funcionales.

Tabla 4. 1

Tabla de validación de objetivos específicos

Objetivo Específico	Evidencia de Cumplimiento	Resultado Obtenido
Diseñar e implementar un sistema de notificaciones que permita informar oportunamente a los usuarios sobre observaciones y errores durante las etapas iniciales de los procesos (inscripción del plan de tesis, nombramiento de dictaminantes, dictamen final y nombramiento de jurado, fecha y hora de sustentación)	El sistema envía notificaciones cuando se registran observaciones o cambios en el estado del trámite	Envío de notificaciones al sistema de seguimiento y también envío de alertas mediante mailer send si el estudiante aún no corregido su observación o si el revisor aún no ha revisado el plan de tesis o tesis

Desarrollar un módulo de registro y seguimiento que permita monitorear el estado de las revisiones, con el fin de optimizar los tiempos en la evaluación por parte de revisores y dictaminadores.	El sistema permite visualizar el estado actualizado de cada trámite en las distintas etapas del proceso	Módulo de seguimiento que muestra estados como: en revisión, observado, aprobado, en todos los procesos
Implementar una plataforma web que centralice la información del proceso de tesis, reduciendo la necesidad de seguimiento presencial por parte de los estudiantes.	El sistema permite gestionar todo el proceso de tesis desde una plataforma accesible en línea	Plataforma web que integra inscripción, revisión, dictamen y sustentación en un solo sistema
Automatizar la generación de documentos administrativos, como resoluciones, reportes e informes, con el fin de reducir errores humanos y evitar reprocesos.	El sistema genera documentos automáticamente a partir de la información registrada	Generación automática de resoluciones, actas e informes en el sistema

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación del sistema contribuye a mejorar la gestión de los procesos de tesis, principalmente en términos de organización, trazabilidad de la información y control documental.

En este contexto, se puede afirmar que el objetivo general —implementar y validar un sistema web para la gestión integral de los procesos de tesis, incluyendo la inscripción del plan, el dictamen y la sustentación en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas— ha sido alcanzado, evidenciándose mejoras en la gestión de la información, el seguimiento de los procesos y la reducción de la dependencia de procedimientos manuales.

Asimismo, estos resultados se sustentan en la validación funcional del sistema mediante demostraciones realizadas con usuarios clave, como el Secretario y docentes, quienes confirmaron la utilidad y viabilidad de la solución propuesta en el contexto académico. Dicha validación fue respaldada formalmente por la Comisión del Criterio 1: Estudiantes del proceso de acreditación ICACIT, cuya constancia se adjunta en el Anexo A del presente documento.

Conclusiones

Se concluye que la implementación del sistema web contribuye a mejorar la gestión integral de los procesos de tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, respondiendo al objetivo general al optimizar el seguimiento de los procesos administrativos, controlar los tiempos de revisión y minimizar errores en la gestión documental mediante la centralización y automatización de las etapas de inscripción, dictamen y sustentación de tesis.

El sistema de notificaciones implementado permite informar oportunamente a los usuarios sobre observaciones y cambios de estado en cada etapa del proceso, incluyendo la inscripción del plan de tesis, el nombramiento de dictaminantes, el dictamen final, el nombramiento de jurado y la programación de la sustentación, mejorando significativamente la comunicación entre estudiantes, docentes y personal administrativo.

El módulo de registro y seguimiento desarrollado permite monitorear en tiempo real el estado de las revisiones y dictámenes, contribuyendo a optimizar los tiempos de evaluación por parte de revisores y dictaminadores, y reduciendo los retrasos derivados de la falta de control en los plazos establecidos por el reglamento vigente.

La plataforma web centraliza toda la información del proceso de tesis, eliminando la necesidad de seguimiento presencial por parte de los estudiantes y permitiendo consultar el estado de sus expedientes de manera remota, lo que representa una mejora sustancial en la accesibilidad y transparencia del proceso académico.

La automatización en la generación de documentos administrativos, como resoluciones, reportes e informes, ha permitido reducir errores humanos y evitar reprocesos, fortaleciendo la trazabilidad documental y contribuyendo a la modernización administrativa de la Escuela Profesional.

Recomendaciones

El presente sistema ha sido desarrollado para cubrir los procesos fundamentales de gestión de tesis en condiciones operativas estándar. No obstante, con el fin de mejorar y ampliar sus capacidades en futuras versiones, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Implementación de control de versiones (GIT) Se recomienda integrar un sistema de almacenamiento y control de versiones mediante GIT, que permita registrar el historial de cambios en los documentos de tesis, facilitando la trazabilidad y recuperación de versiones anteriores.

2. Gestión dinámica de tesis Se sugiere incorporar funcionalidades que permitan agregar y retirar tesis del sistema de manera flexible, adaptándose a los cambios que puedan ocurrir durante el desarrollo del proceso de titulación.

3. Notificaciones y módulo docente Se propone desarrollar un módulo instalable para cada docente, que permita recibir alertas automáticas y subir observaciones directamente desde su entorno local, mejorando la comunicación entre los actores del proceso.

4. Observaciones enriquecidas Se recomienda ampliar el sistema para soportar observaciones de tipo multimedia, incluyendo comentarios tipo Rich Text, audios, videos e imágenes, enriqueciendo la retroalimentación entre asesores y tesis.

5. Historial de versiones de documentos Finalmente, se sugiere implementar un registro completo del historial de versiones de cada documento del proceso, permitiendo auditar los cambios realizados a lo largo del tiempo.

Referencias

UNSAAC. (2025). *Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Informática y Mecánica*. Resolución N° CU-670-2025-UNSAAC. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill.

Amazon Web Services. (2024). *Amazon Simple Storage Service (S3): Technical overview*. <https://aws.amazon.com/s3/>

Bun. (2024). *Bun — A fast all-in-one JavaScript runtime*. <https://bun.sh>

Córdova, E. E., & Paulini, M. (2020). *Desarrollo de un sistema web de gestión documental para la tesis de la Escuela de Ingeniería Informática de la Universidad Ricardo Palma* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma].

Date, C. J. (2019). *An introduction to database systems* (8th ed.). Addison-Wesley.

Díaz, Y. (2021). *Sistema de gestión documental para la Maestría en Gestión de Información de la Universidad de la Habana* [Tesis de maestría, Universidad de la Habana].

Docker Inc. (2023). *Docker documentation: Build, ship, and run any app, anywhere*. <https://docs.docker.com/>

Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2016). *Fundamentals of database systems* (7th ed.). Pearson.

Google LLC. (2024). *Angular developer guide*. <https://angular.io/docs>

Huamán, C. (2018). *Sistema web para la gestión de las tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo].

Capuñay Uceda, O. E. y Antón Pérez, J. M. (2021). *Influencia de SCRUM en los plazos de entrega y rendimiento en los proyectos de las asignaturas de Desarrollo de Software*. [Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología]

Quispe Mamani, R. (2019). *Análisis comparativo del desempeño de los sistemas gestores de base de datos: PostgreSQL y MySQL con los datos académicos de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Laudon, K., & Laudon, J. (2016). *Sistemas de información gerencial* (13.^a ed.). Pearson Educación.

MailerSend. (2024). *Transactional email API documentation*. <https://www.mailersend.com/docs>

Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST definition of cloud computing* (Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce.

Mera Villigua, A. (2025). *Herramientas de control documental para la gestión de la información privada en el departamento de Sistemas de Gestión Integrados de la empresa PROMOPESCA S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí].

PostgreSQL Global Development Group. (2024). *PostgreSQL 16 documentation*. <https://www.postgresql.org/docs/>

Robert C. Martin. (2017). *Clean architecture: A craftsman's guide to software structure and design*. Prentice Hall.

Rodríguez, L. (2019). *Sistema web para la mejora de la gestión del proceso de titulación en la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables de UPA* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de los Andes].

Ruiz, F. (2018). *Gestión académica en la educación superior: Enfoques y estrategias de mejora continua*. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum guide: The definitive guide to Scrum — The rules of the game*. Scrum.org. <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>

Soria, K. (2020). *Diseño de un sistema de gestión documental para uso interno en la Universidad de Otavalo* [Tesis de pregrado, Universidad de Otavalo].

Sommerville, I. (2016). *Ingeniería del software* (10.^a ed.). Pearson Educación.

Condori, J., & Espejo, M. (2025). *Sistema de Gestión de Tesis - Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas UNSAAC* [Aplicación web].

<https://seguimiento-tesis-info-unsaac.work/login>

Anexos

Constancia de validación – Criterio 1: Estudiantes (ICACIT)

CONSTANCIA

La que suscribe, Dra. Nila Zonia Acurio Usca, en su condición de Presidenta de la **Comisión del Criterio 1: Estudiantes**, del proceso de acreditación ICACIT de la Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, HACE CONSTAR:

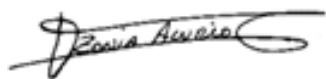
Que la **Comisión del Criterio 1: Estudiantes** identificó la necesidad de fortalecer los mecanismos de seguimiento y gestión de los trabajos de tesis de los estudiantes, razón por la cual solicitó el desarrollo del trabajo de tesis denominado “SISTEMA DE GESTIÓN DE TESIS PARA LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS”, como parte de las acciones contempladas en el Plan de Mejora del referido criterio, en el marco de los requerimientos del proceso de acreditación ICACIT.

Asimismo, durante el proceso de análisis, diseño, desarrollo e implementación del sistema, se realizaron diversas demostraciones parciales ante los integrantes de la **Comisión del Criterio 1: Estudiantes**. En cada una de estas sesiones se formularon observaciones, recomendaciones y sugerencias orientadas al mejoramiento de la funcionalidad, usabilidad y adecuación del sistema a los requerimientos académicos y administrativos de la Escuela Profesional. Dichas observaciones y sugerencias fueron atendidas, levantadas e incorporadas progresivamente en las diferentes versiones del sistema.

Finalmente, la demostración integral y validación final del sistema se realizó el día 6 de octubre de 2025 ante los miembros de la **Comisión del Criterio 1: Estudiantes**, verificándose el cumplimiento de los requerimientos planteados y su contribución a los objetivos del Plan de Mejora establecido para dicho criterio.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados, para los fines que estime convenientes.

Cusco, octubre de 2025.



Dra. Nila Zonia Acurio Usca

Presidenta de la Comisión del Criterio 1: Estudiantes

Proceso de Acreditación ICACIT

Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas – UNSAAC