Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS DE PROFESIONALES DE INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN EL DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA

Carlos Alejandro Tenes Mejia
Asesorado por Ingeniero Herman Igor Veliz Linares

Guatemala, febrero de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS DE PROFESIONALES DE INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN EL DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ALEJANDRO TENES MEJIA
ASESORADO POR INGENIERO HERMAN IGOR VÉLIZ LINARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, FEBRERO 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla
EXAMINADOR	Ing. Sergio Leonel Gómez Bravo
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alfredo Azurdia Morales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS DE PROFESIONALES DE INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN EL DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 3 de febrero de 2023

Carlos Alejandro Tenes Mejia

Guatemala, 5 de octubre de 2023

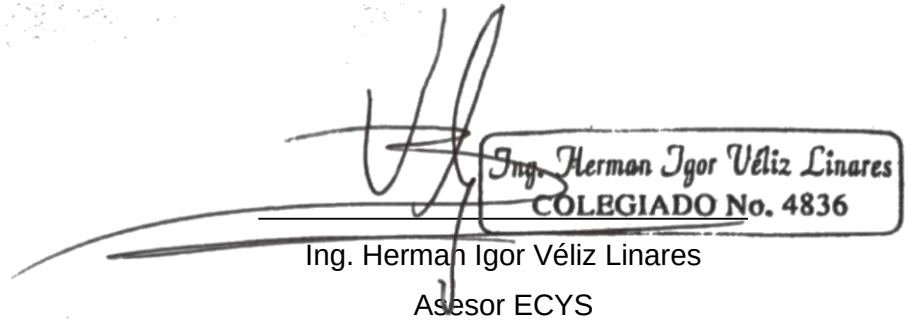
Ing. Oscar Argueta Hernández
Director de Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)
Facultad de Ingeniería USAC

Respetable Ing. Argueta:

Por medio de la presente deseo hacer de su conocimiento de la labor de asesoría que me fue encomendada en el desarrollo del proyecto de EPS que presenta el estudiante **Carlos Alejandro Tenes Mejia**, titulado **"*Sistema de Gestión de Trámites Administrativos de Profesionales de Incorporación a la Universidad de San Carlos de Guatemala en el Departamento de Registro y Estadística*".**

El estudiante realizó su informe final el cual refleja la solución al proyecto en base a los requerimientos desarrollados en la etapa de seminario de EPS y al normativo de elaboración de reporte de EPS.

Sin más que agregar, me suscribo.



Ing. Herman Igor Véliz Linares
Asesor ECYS

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 10 de octubre de 2023.
REF.EPS.DOC.401.10.2023.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Carlos Alejandro Tenes Mejia, Registro Académico 201700317 y CUI 2810 82898 0101** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS DE PROFESIONALES DE INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN EL DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR(A) EPS
ÁREA TECNOLOGÍA Y CIENCIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla
Supervisora de EPS
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

FFAPdM/RA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 10 de octubre de 2023.
REF.EPS.D.333.10.2023.

Ing. Carlos Gustavo Alonzo
Director Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Alonzo:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS DE PROFESIONALES DE INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN EL DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA,** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Alejandro Tenes Mejia, Registro Académico 201700317 y CUI 2810 82898 0101** quien fue debidamente asesorado por el Ing. Herman Igor Véliz Linares y supervisado por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

/ra

Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala 16 de octubre de 2023

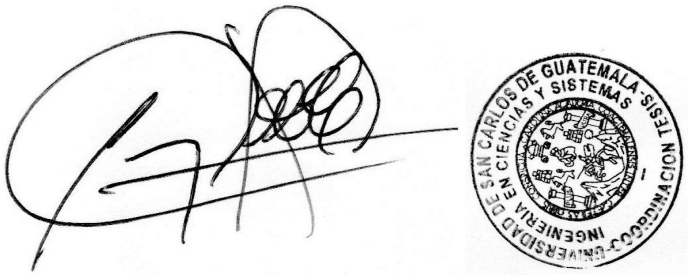
Ingeniero
Carlos Gustavo Alonzo
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Alonzo:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante **CARLOS ALEJANDRO TENES MEJIA** carné **201700317** y CUI **2810 82898 0101,** titulado: **"SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS DE PROFESIONALES DE INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN EL DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA"** y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,



Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.029.EICCSS.2024

El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS DE PROFESIONALES DE INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN EL DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA**, presentado por: **Carlos Alejandro Tenes Mejia** , procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Carlos Gustavo Alonzo
Director
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

MSc. Ing. Carlos Gustavo Alonzo
Director
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, febrero de 2024

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.075.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁMITES ADMINISTRATIVOS DE PROFESIONALES DE INCORPORACIÓN A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EN EL DEPARTAMENTO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA,** presentado por: **Carlos Alejandro Tenes Mejia,** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO a.i.
Facultad de Ingeniería

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.

Guatemala, febrero de 2024

JFGR/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Sobre todas las cosas y personas
Mis padres	Por el apoyo, motivación, confianza y paciencia en toda mi vida académica y personal.
Mis abuelos	Por su apoyo y motivación en los tiempos difíciles, en especial a mi abuelita María del Carmen Arrivillaga que durante muchos años me brindó su apoyo y palabras correctas en momentos difíciles.
Mis amigos	Por su compañerismo y dedicación académica.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por su cátedra excepcional en aspectos académicos y sociales.
Mis amigos	Por su compañerismo, apoyo, buen sentido del humor y solidaridad en tiempos difíciles.
Ingenieros	Que me motivaron a la excelencia, a buscar más conocimiento fuera de las aulas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES III
LISTA DE SÍMBOLOS V
GLOSARIO VII
RESUMEN IX
OBJETIVOS XI
INTRODUCCIÓN XIII

1. FASE DE INVESTICACIÓN 1
   1.1. Antecedentes de la institución 1
   1.2. Priorización de las necesidades 2

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL 5
   2.1. Descripción del proyecto 5
   2.2. Investigación preliminar 8
   2.3. Presentación del proyecto 10
   2.4. Costos del proyecto 29
   2.5. Beneficios del proyecto 30

3. FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE 33
   3.1. Capacitación propuesta 33
   3.2. Capacitación técnica 34

4. DIAGRAMA DE FLUJO DE ACCIONES 43

CONCLUSIONES 57

RECOMENDACIONES 59
ANEXOS.....61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1. Diagrama entidad relación 13
Figura 2. Pantalla inicial de la aplicación 15
Figura 3. Tablero de interacción usuario interesado 16
Figura 4. Formulario de incorporación 17
Figura 5. Formulario de adjunto de documentación 18
Figura 6. Directorio de universidades 24
Figura 7. Documento de recepción de formulario 27
Figura 8. Ejemplo de folio en documento 28
Figura 9. Documento automático de recepción 28
Figura 10. Documento bitácora 29
Figura 11. Estructura de archivos backend 36
Figura 12. Mensaje de alerta 37
Figura 13. Endpoint implementando validaciones 39
Figura 14. Tablero control de objetos 40
Figura 15. Ejemplo de uso ORM 41
Figura 16. Ejemplo de uso modelo ORM 41
Figura 17. Acciones de los usuarios interesados en el sistema 43
Figura 18. Acciones de usuario administrativo dentro del sistema 44
Figura 19. Despliegue de mejoras (Backend) 45
Figura 20. Despliegue de mejoras (Frontend) 46
Figura 21. Caso de uso informática 47
Figura 22. Caso de uso rectoría 48
Figura 23. Caso de uso usuario jurídico. 49
Figura 24. Caso de uso personal administrativo. 50

Figura 25. Caso de uso unidad académica 51
Figura 26. Caso de uso actualización de datos 52
Figura 27. Flujo de un expediente (Parte 1) 53
Figura 28. Flujo de un expediente (Parte 2) 54
Figura 29. Flujo de un expediente (Parte 3) 55
Figura 30. Flujo de un expediente (Parte 4) 56

TABLAS

Tabla 1. Cronograma actividades EPS 10
Tabla 2. Descripción de tablas en diagrama ER 14
Tabla 3. Detalle de formulario 19
Tabla 4. Detalle de gestiones 21
Tabla 5. Detalle de expediente 22
Tabla 6. Detalle de bitácora 23
Tabla 7. Control de usuarios administrativos 25
Tabla 8. Detalle usuario administrativo 25
Tabla 9. Listado usuarios interesados 26
Tabla 10. Detalle de usuario interesado 26
Tabla 11. Supuesto costo del proyecto 30
Tabla 12. Calendarización de la capacitación propuesta 34
Tabla 13. Herramientas de software usadas 35

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Gb	Gigabyte
Mb	Megabyte
S3	Simple Storage Service

GLOSARIO

API	Es una interfaz de programación de aplicaciones en donde su función principal es conectar los dos partes de un sistema.
Aplicación web	Herramienta implementada en un servidor web para la ejecución de código mediante una intranet para la interacción con los usuarios.
AWS	Es una galería de recursos de Amazon para el despliegue de aplicaciones web, sistemas informáticos públicos y privados.
FastAPI	Es un framework para programación de API's en el lenguaje Python
Framework web	Marco de trabajo para desarrollar aplicaciones web.
Intranet	Red informática utilizada para compartir información entre computadoras a través de un protocolo de internet.
Laravel	Es un framework web de código abierto desarrollado con PHP.

MariaDB	Es un motor relacional de bases de datos de código abierto derivado de MySQL y desarrollado por el fundador de MySQL.
PDF	Siglas en inglés de Portable Document Format, 'formato de documento portátil'
PHP	Hypertext preprocessor
Protocolo de internet	Referencia o estándar de comunicación a través de una red, su función es el uso bidireccional en la comunicación entre computadoras.
Python	Lenguaje de programación interpretado de alto nivel enfocado en la legibilidad con orientación a objetos multiparadigma.
React	Es un framwork web para la creación de aplicaciones web que se ejecutan en el navegador de usuario final.

RESUMEN

Este proyecto de EPS está dirigido a brindar una solución al Departamento de Registro y Estadística de la USAC en cuanto al procesamiento y manejo de expedientes de los usuarios interesados en realizar su incorporación al sistema de educación superior de Guatemala.

Los expedientes se manejan con documentos físicos y un sistema basado en Access que limita a los usuarios administrativos como a los interesados de poder agregar anexos y hacer un seguimiento exacto de los expedientes.

Durante la realización del anteproyecto y de la toma de requerimientos se detalló que los expedientes pueden ser breves o ser demasiado extensos en cuanto a su contenido, por lo tanto, se fue planteada una solución que permitiese manejar expedientes extensos con facilidad.

Se aplicaron diversas metodologías de desarrollo durante la realización del proyecto para tener un correcto ciclo de vida del software para que el producto final entregado pueda tener una vida útil mínima de 5 años sin ningún tipo de mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un sistema completo para la administración de los trámites de incorporaciones en el Departamento de Registro y Estadística para usuarios interesados y administrativos.

Específicos

1. Manejar expedientes digitales para reducir el tiempo de procesamiento y gastos a los interesados y personal administrativo.

2. Tener módulos de seguimiento y notificaciones durante todo el proceso del involucrado y los roles involucrados.

3. Sistema de consulta para el interesado, de tal manera el personal de incorporaciones no invierta demasiado tiempo en la gestión de consultas sencillas.

4. Desarrollar módulos de generación de documentos digitales para el personal administrativo.

5. Módulo de citas para la coordinación de la validación de los expedientes.

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Registro y Estadística necesita un sistema para gestionar las solicitudes de incorporaciones (títulos extranjeros, ejercer profesión aprendida en el extranjero, reconocimiento de postgrados, registro de diploma de postgrado, inscripción de profesionales de primer ingreso y reingreso) por lo tanto, se desea implementar un sistema eficiente para usuarios naturales (estudiantes que pertenecen a la USAC y que no pertenecen a la USAC) y usuarios administrativos involucrados en el proceso de incorporaciones. Actualmente este proceso en términos administrativos se maneja con papel, usando como base de datos Access y enviando el expediente a las entidades correspondientes según el tipo de incorporación.

Dada la alta demanda de los servicios del Departamento de Registro y Estadística este propone usar una arquitectura de microservicios, separando el tema de incorporaciones en módulos, usando tecnologías modernas de UI/UX y Laravel en el *backend* para el manejo eficiente de los recursos. El personal de soporte informático indica que desea manejar el sistema de manera modular en caso de necesitar mejorar o cambiar funcionalidades sea de manera sencilla y sin la necesidad de detener todos los servicios de incorporaciones.

Actualmente el proceso de incorporaciones carece de una trazabilidad en los expedientes lo cual para el departamento es complicado brindar al estudiante de información acerca de su proceso de incorporación al sistema. Actualmente se tiene un archivo de Access donde se maneja la información de los interesados, se maneja un expediente físico el cual se requiere que sea electrónico y donde el estudiante pueda seguir su proceso.

1. FASE DE INVESTICACIÓN

1.1. Antecedentes de la institución

El Departamento de Registro y Estadística necesita poder generar reportes semestrales, mensuales y anuales de los estudiantes inscritos, cambio de carrera entre otros; una métrica esencial es el número de usuarios interesados, usuarios con una incorporación vigente y los que su universidad o título no califican a ser incorporados.

El Departamento de Incorporaciones realiza una precalificación de los expedientes de acuerdo con “International Handbook of Universities” un directorio de universidades certificadas a nivel internacional donde USAC reconoces que estas universidades pueden optar a una incorporación.

El Departamento de Incorporaciones en el proceso físico de manejo de expedientes debe tener el debido cuidado en cuanto a la clasificación de los expedientes y la verificación de la información plasmada en los documentos presentados por el interesado en realizar su incorporación en el sistema de educación superior, por ello, una de las principales necesidades plasmadas en las entrevistas de para la elaboración del anteproyecto es el poder transformar tareas manuales en tareas automatizables, una de ellas es poder foliar los expedientes de una manera rápida y precisa además de la generación automática de documentos membretados en la recepción de documentos de distintas unidades que participan en la validación de los expedientes.

El control de acciones de los usuarios es una de las principales necesidades del departamento, los usuarios administrativos registran de manera automática todas las acciones realizadas dentro del sistema en forma de una bitácora para posteriormente ser analizadas o auditadas según sea requerido.

El sistema vigente no permite generar reportes personalizados, los usuarios deben copiar y pegar la base de datos en Access para poder ser procesados en una hoja de trabajo de Excel, debido a la cantidad acumulada de registros de expedientes el tiempo de procesado para datos sencillos es demasiado largo generando una alta carga al personal de Incorporaciones el cual puede ser empleado para brindar un mayor seguimiento a los expedientes y solicitudes en proceso dentro del departamento.

1.2. Priorización de las necesidades

El Departamento de Incorporaciones se encuentra en una grave deuda técnica debido a que el sistema actual no brinda las herramientas necesarias para el procesamiento de datos y el movimiento fluido de los expedientes, el primer paso fue detectar los aspectos internos que hace que un expediente se demore dentro de incorporación y segundo paso el desarrollo del requerimiento el cual brinda una solución concreta y adecuada para la necesidad del departamento.

El sistema desarrollado está pensado para que se pueda ampliar y se adapte a los cambios que puede tener el proceso de incorporaciones en sus 6 tramites con un mantenimiento bajo del código y un funcionamiento optimo por varios años. La principal inquietud del departamento de registro es poder transformar un proceso con una poca trazabilidad de los expedientes en un

proceso completamente digital y automatizable en todas las fases posibles, el personal de Incorporaciones realiza una alta labor en verificar y validar la correcta entrega de los expedientes antes de ser enviados a las distintas dependencias internas que debe de llevar un expediente.

El desarrollo de este sistema supone un reto, tanto para el desarrollador, como para el personal administrativo. Muchas de las unidades académicas requieren que este proceso sea con la entrega física de los expedientes, sin embargo, muchos expedientes de doctorados y especializaciones médicas contienen un alto contenido en cuanto a la descripción y traducción de los documentos expedidos por el extranjero, una necesidad indirecta es que las distintas unidades adopten este sistema como un estándar para el procesamiento de los expedientes.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Descripción del proyecto

En el capítulo anterior se describieron todos los procesos necesarios para entender y platear una solución acorde a las necesidades del departamento de Incorporaciones, durante este tiempo se plantearon distintas soluciones a través de herramientas de desarrollo web actuales, mediante reuniones con el personal de soporte informático, así como el personal administrativo.

El proyecto se divide en tres partes importantes en cuanto al manejo de los expedientes, estas partes se encuentran trabajando como uno solo, sin embargo, para entender la naturaleza de la solución y como se llevó a cabo el proceso de selección de las herramientas o estándares de desarrollo es necesario dividirlo en las siguientes partes:

- Base de datos
- Aplicación Backend
- Aplicación Frontend

El desarrollo de un modelo de entidad relación fue el punto de partida para la correcta distribución de los datos, muchos de los expedientes tendrán una cantidad alta de pasos registrados que generan documentos automatizados, por lo tanto, un modelo relacional es el que mejor se ajusta a las necesidades del proyecto dado que este brinda un control y monitoreo de cualquier acción realizada dentro del sistema, para temas de soporte y confiabilidad de los datos se optó por una alternativa al sistema de bases de datos MySQL, siendo MariaDB

la elección de código abierto además de poseer un ambiente ligero en cuanto a recursos computacionales.

Para la aplicación Backend se optó por usar la herramienta FastAPI desarrollada en el lenguaje de programación Python, esta herramienta es de código abierto y con una alta documentación y ejemplos existentes de los propios desarrolladores de la herramienta, para el tema de seguridad e integridad de datos FastAPI brinda una base robusta para la autorización y autenticación de los usuarios, brindando así, un ecosistema más seguro para el procesamiento de los expedientes.

Esta aplicación Backend se encuentra en el medio entre el origen de los datos y la representación de los datos a los usuarios finales, es la encargada de validar las peticiones de los usuarios y brindar la respuesta correcta, es la encargada de generar loas documentos en formato PDF para los formularios y los expedientes procesados por Incorporaciones, así como generar reportes complejos en un tiempo corto.

La aplicación Backend está basada en una arquitectura de microservicio autenticada por JWT, esta aplicación solo brinda información acerca de los expedientes y formularios gestionados dentro del sistema, sin embargo, varios datos dependen de otros servicios ya implementados en el Departamento de Registro y Estadística como son los usuarios administrativos, los usuarios que pertenecen a la USAC, carreras vigentes y las unidades académicas vigentes en el campus central.

La comunicación entre el frontend y el backend es realizada por el protocolo HTTP 1.1, este tipo de comunicación es la más usada y el estándar vigente para comunicar este tipo de servicios, aunque existen otros protocolos

más modernos y eficientes, estos son usados por muy pocos servicios presentando poca documentación en cómo hacer el uso correcto de su implementación.

La parte del aplicativo que representa los datos al usuario final de una manera intuitiva y ordenada se conoce como frontend, este código está implementado en el framwork llamado React, este es desarrollado y mantenido por Facebook, que a su vez es un proyecto de código abierto brindando una gran cantidad de ejemplos y respaldo al momento del desarrollo, esta parte de la aplicación se encuentra alojada en el navegador del usuario, el usuario podrá acceder y obtener información con menos tiempo de espera que las arquitecturas convencionales de renderizado del contenido del lado del servidor.

Las acciones que se realizan dentro del sistema tienen como un medio y un fin el procesado de documentos, estos documentos en este proyecto son archivos PDF, un formado de documentos estandarizado en cualquier tipo de gestión en cualquier tipo de institución, este tipo de documentos no necesita el uso de una licencia para poder usarlos y procesarlos como otros tipos de documentos don licencia de uso, la aplicación backend es la encargada de procesar esta información como fue descrita en las reuniones de toma de requerimientos, estos documentos son foliados si el operador decide que están como es aprobado por el CSU.

Los archivos que ingresan a la aplicación de incorporaciones debe resguardarse de manera segura y discreta, dado que muchos expedientes contienen información sensible de los interesados u operadores de Incorporaciones, por lo tanto, se optó por no guardar los archivos dentro de la aplicación backend, estos se guardan en un servicio especializado para archivos denominado minIO, esta es una herramienta de código abierto y de alta respuesta

a la demanda, a su vez soporta una gran cantidad de archivos y de gran tamaño, esta herramienta se encuentra soportada por Docker un servicio de contenedores que permite aislar el aplicativo y brindarle un ambiente óptimo para el desarrollo de las operaciones sobre objetos, en este caso, de los documentos en formato PDF.

2.2. Investigación preliminar

El Departamento de Registro y Estadística busca digitalizar todos los trámites correspondientes a las labores de dicho departamento, para este EPS se busca crear un sistema de gestión administrativa para los usuarios que solicitan cualquiera de los 6 trámites de incorporación, actualmente el departamento posee un sistema centralizado basado en Access. Las incorporaciones a la USAC es una rama importante del departamento de Registro y Estadística para poder incorporar estudiantes al sistema de educación superior en el país.

Registro y Estadística cuenta con un sistema para poder gestionar a los aspirantes y estudiantes de reingreso, tal sistema cuenta con las conexiones y referencias necesarias para poder tener seguimiento de usuarios que no poseen carné de la USAC, asimismo para estudiantes que si poseen un numero de carné.

Para poder determinar la magnitud del flujo de datos, se entablaron varias reuniones con el personal operativo de la unidad de Incorporaciones, en donde se discutieron los siguientes aspectos:

- Cantidad de incorporaciones solicitadas al mes
- Pasos para poder agilizar el proceso
- Firma digital de documentos

- Documentos generados al terminar una etapa del proceso
- Costos del proceso
- Tiempo de los expedientes en Registro y Estadística
- Tiempo de los expedientes fuera de Registro y Estadísticas
- Aspectos de calificación para los títulos y universidades.
- Órdenes de pago

- Objetivos
    - Conocer la lógica del proceso en incorporaciones
    - Encontrar posibles puntos para agilizar el proceso al memento de solicitar una incorporación.
    - Conocer los puntos que el personal de Incorporaciones realiza de manera manual y plantear una solución automatizada.

- Acciones y medios
    - Reuniones presenciales en el colegio de profesionales con personal operativo para determinar mejoras en el proceso de una incorporación.
    - Reuniones con personal de soporte informático
    - Correos con personal administrativo

- Resultados esperados
    - Conocimiento del proceso de una incorporación
    - Métricas de interés en cuanto a los expedientes
    - Herramientas técnicas disponibles en Registro y Estadística

2.3. Presentación del proyecto

Para el presente proyecto fue necesaria la elaboración de distintos productos y documentos derivados de reuniones de campo y virtuales en la toma de requerimientos para la elaboración del sistema. Para tener un control completo de que actividades se realizarán y el momento adecuado para codificarlas se redactó un cronograma de actividades visible en la siguiente tabla en donde la unidad encargada del proyecto y los supervisores del proyecto pueden llevar un control del correcto cumplimiento de los entregables.

Tabla 1.

Cronograma de actividades EPS

Actividad	**Tiempo (H)**	**Fecha**
Creación de entorno de trabajo de acuerdo con requisitos discutidos en reuniones anteriores	4	02-01-2023
Creación de modelo entidad relación	16	03-01-2023
Creación de proyectos con el framework escogido	3	05-01-2023
Desarrollo módulo de cuentas usuario interesado (crear cuenta, recuperar contraseña)	10	09-01-2023
Desarrollo de modulo usuarios administrativos (Soporte, Administrador, Jurídico, Rectoría, Escuelas y Facultades, Comisión calificadora)	30	12-01-2023
Desarrollo de directorio de datos interno (Universidades que, si califican, Países que, si califican, Facultades y Unidades académicas)	22	18-01-2023
Desarrollo de proceso completo del trámite de incorporaciones	50	23-01-2023

Continuación tabla 1.

Actividad	**Tiempo (H)**	**Fecha**
Desarrollo de proceso completo del trámite de autorización de ejercicio profesional	32	06-02-2023
Desarrollo de proceso completo del trámite de reconocimiento de postgrado	32	10-02-2023
Desarrollo de proceso completo del trámite de Reconocimiento de especialidad médica	32	16-02-2023
Desarrollo de proceso completo del trámite de registro de diploma	22	21-02-2023
Servicio automatizado de inscripción de primer ingreso (incorporaciones)	22	27-01-2023
Servicio automatizado de reingreso (incorporaciones)	22	03-03-2023
Servicio automatizado de emisión de boleta de pago de impresión de título	22	08-03-2023
Servicio de orden de impresión título incorporaciones	12	14-03-2023
Servicio de notificaciones a usuarios (cualquier rol según corresponda en al paso que se encuentre el trámite)	20	17-03-2023
Servicio de enriquecimiento de la información (Modificación e ingreso de nuevos datos al directorio interno de datos)	24	22-03-2023
Servicios de ayuda para usuarios administrativos	24	28-03-23
Desarrollo de ayudas visuales y manuales para usuarios involucrados	25	03-04-2023
Pruebas de funcionamiento con datos simulados	8	07-04-2023
Presentación de producto a los involucrados	8	11-04-2023
Preparación y compilación de código fuente para implementación en producción	10	14-04-2023

Continuación tabla 1.

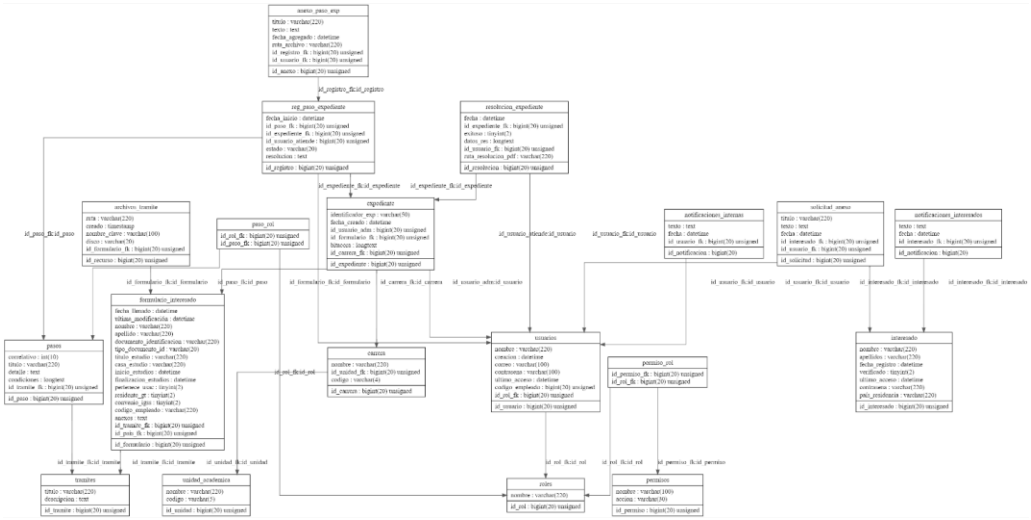
Actividad	Tiempo (H)	Fecha
Migración de base de datos actual al nuevo sistema	32	18-04-2023
Integración del producto desarrollado a servidores de producción	24	26-04-2023
Corrección de posibles fallos en entorno de producción	16	03-05-2023
Presentación y orientación sobre los módulos a los distintos usuarios involucrados	36	11-05-2023
Correcciones finales requeridas	18	15-05-2023
Entrega de producto	4	22-05-2023

Nota. La tabla presenta las actividades programadas. Elaboración propia, con datos elaborados en perfil de EPS (2022), utilizando Word.

La base de datos al ser el primer entregable durante la realización del proyecto supuso varias reuniones y revisiones con el Departamento de Informática en RYE, al principio de la implementación de las mejoras al sistema de Portal Registro se planteó cambiar varios aspectos de la arquitectura vigente, aplicando conceptos modernos de microservicios se optó por implementar un sistema aislado para el procesamiento de los expedientes de los interesados, la base de datos de replanteó y se adecuó a las nuevas necesidades de autonomía de este sistema.

Figura 1.

Diagrama entidad relación



Nota. Se presenta el diagrama de entidad de relación. Elaboración propia, realizado con DataGrip.

Tabla 2.

Descripción de tablas en diagrama ER

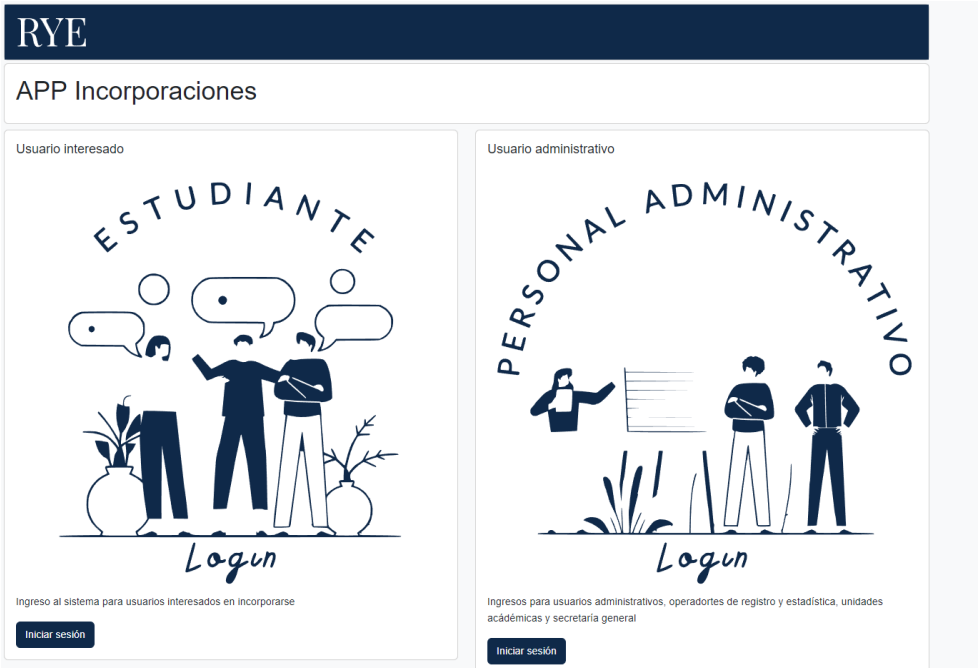
Nombre tabla	Descripción
archivos trámite	Guarda las rutas de los archivos en PDF de los usuarios interesados
carrera	Guarda las carreras correspondientes a una facultad
expediente	Guarda todos los datos de información del expediente del interesado,no corresponde a los pasos
formulario_interesado	Respuesta del formulario del usuario interesado
interesado	Cuenta de usuario del interesado
notificaciones_interesados	Notificaciones del usuario interesado
notificaciones_internas	Notificaciones internas de los usuarios administrativos
pasos	Modelo de los pasos a seguir para cada tipo de tramite
paso_rol	Rol asignado a cada paso
permisos	Permisos de los usuarios administrativos
permiso_rol	Permisos asignados a los roles de los usuarios
reg_paso_expediente	Tabla de conexión de los expedientes y de las resoluciones
resolución_expediente	Tabla que almacena el resultado de los expedientes.
roles	Roles administrativos dentro del sistema
solicitud_anexo	Solicitudes de los usuarios administrativos a los usuarios interesados
trámites	Los tramites ofrecidos en Incorporaciones
unidad académica	Unidad académica registrada
usuarios	Tabla de usuarios administrativos

Nota. Descripción de tablas en diagrama ER. Elaboración propia, con base en diagrama entidad relación. Elaboración propia, realizado con Word.

El resultado visible del presente proyecto para los usuarios que interactúan con el sistema es la aplicación visual o “Frontend”, esta representa y transforma los datos que el usuario procesa o requiere, el esquema visual y el flujo de datos fue hecho con una alta eficiencia del proceso, es decir, que cualquier usuario que interactúe con el sistema lo podrá realizar con naturalidad y confianza, los usuarios no tienen que “adivinar” qué pasos seguir y sobre qué botón realizar clic para la presentación de formularios o adjuntar documentos a su expediente.

Figura 2.

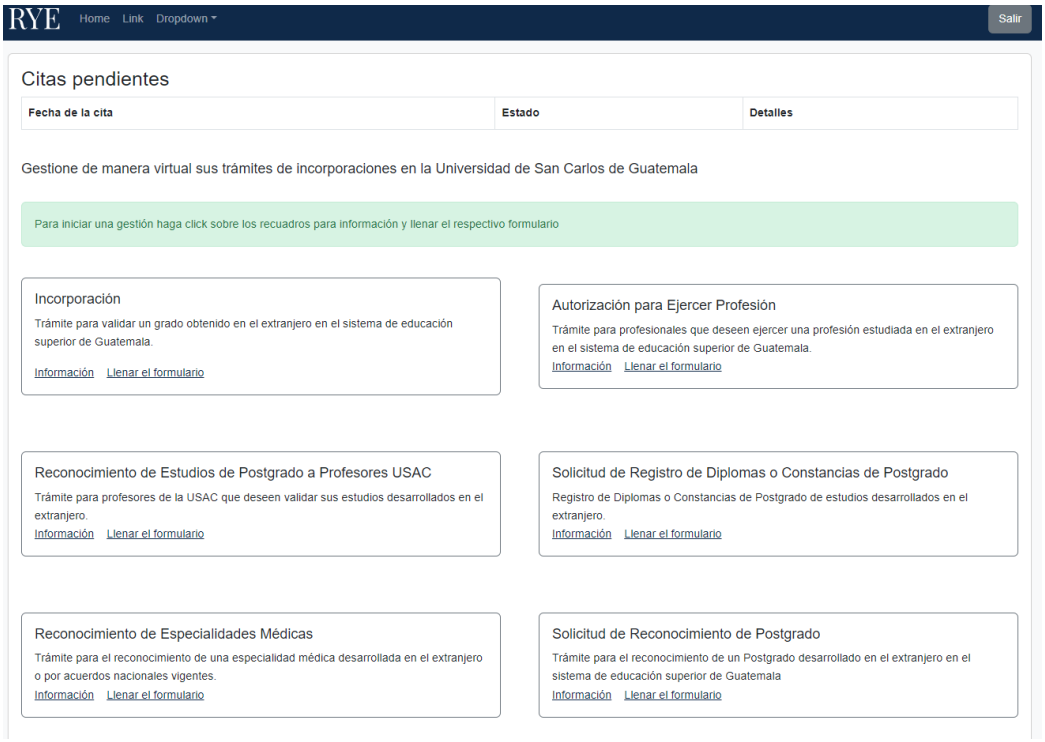
Pantalla inicial de la aplicación



Nota. Pantalla inicial de la aplicación, selección de usuario. Elaboración propia, programa Frontend.

Figura 3.

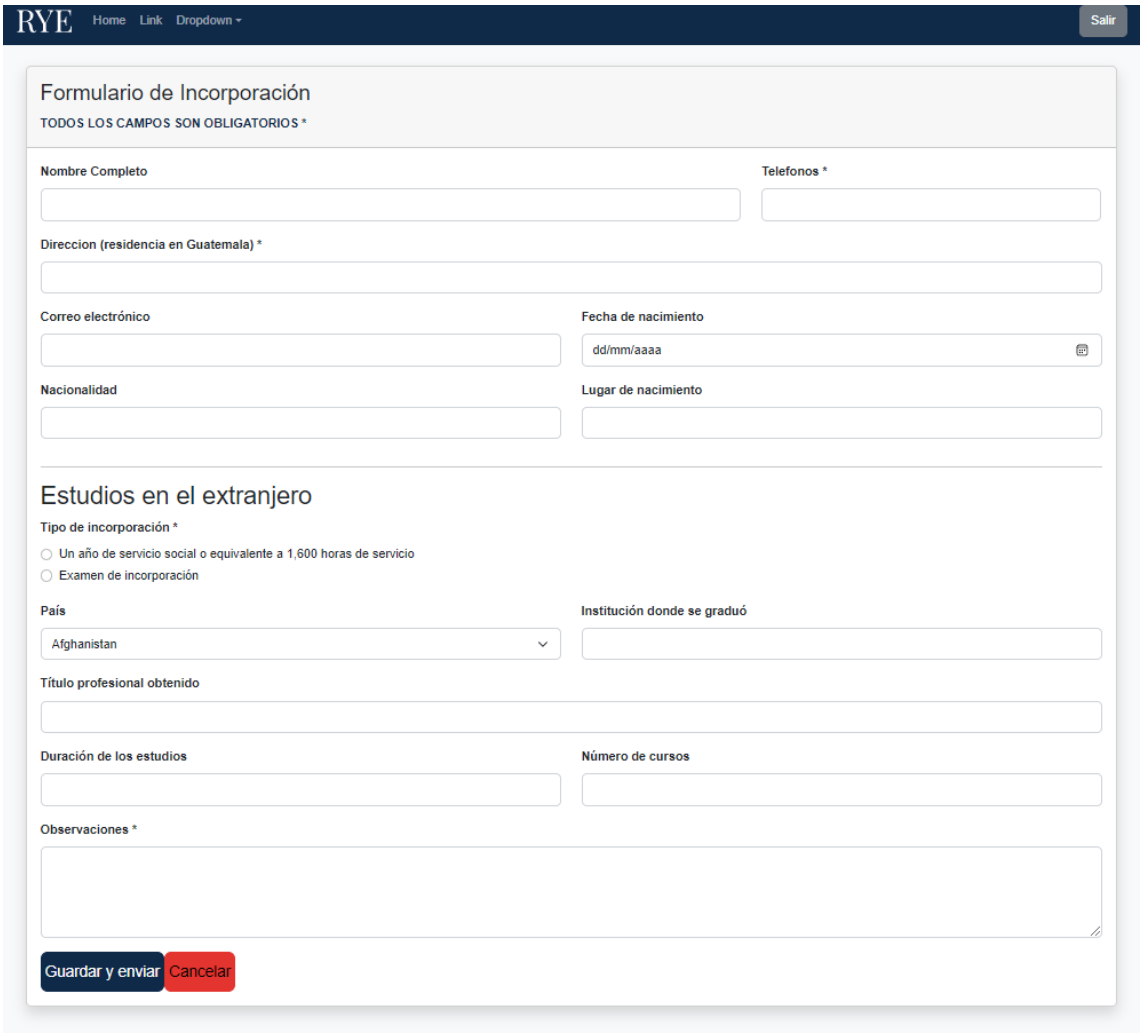
Tablero de interacción usuario interesado



Nota. La imagen presenta el tablero de interacción usuario interesado. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Figura 4.

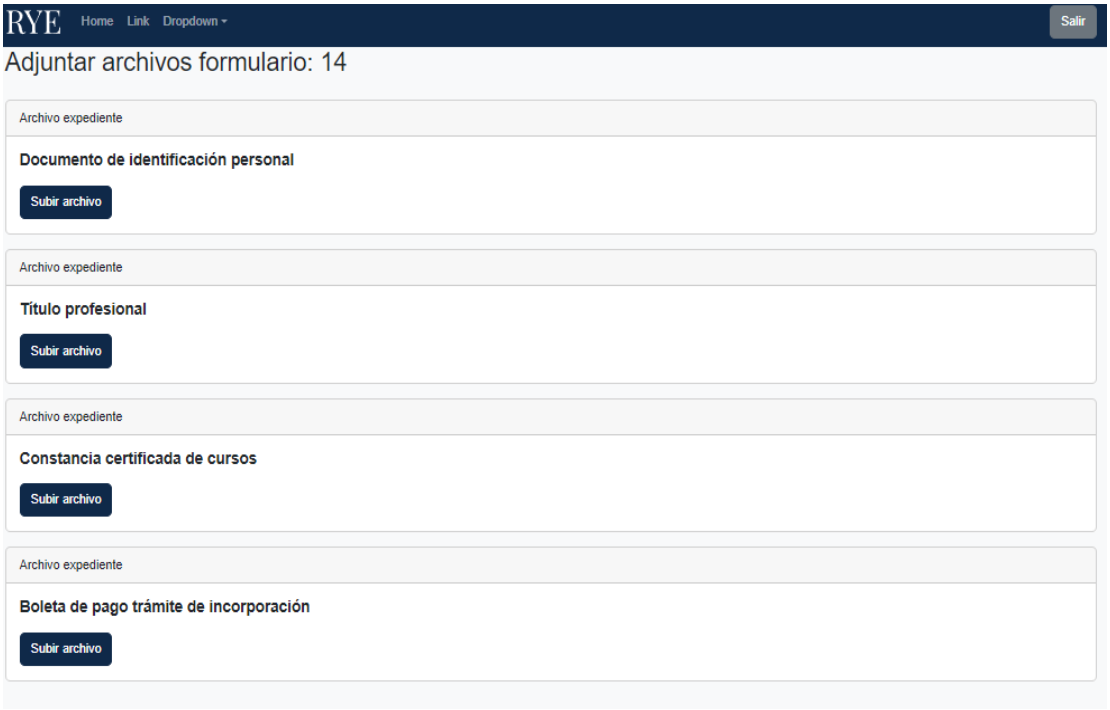
Formulario de incorporación



Nota. Presentación del formulario de incorporación. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Figura 5.

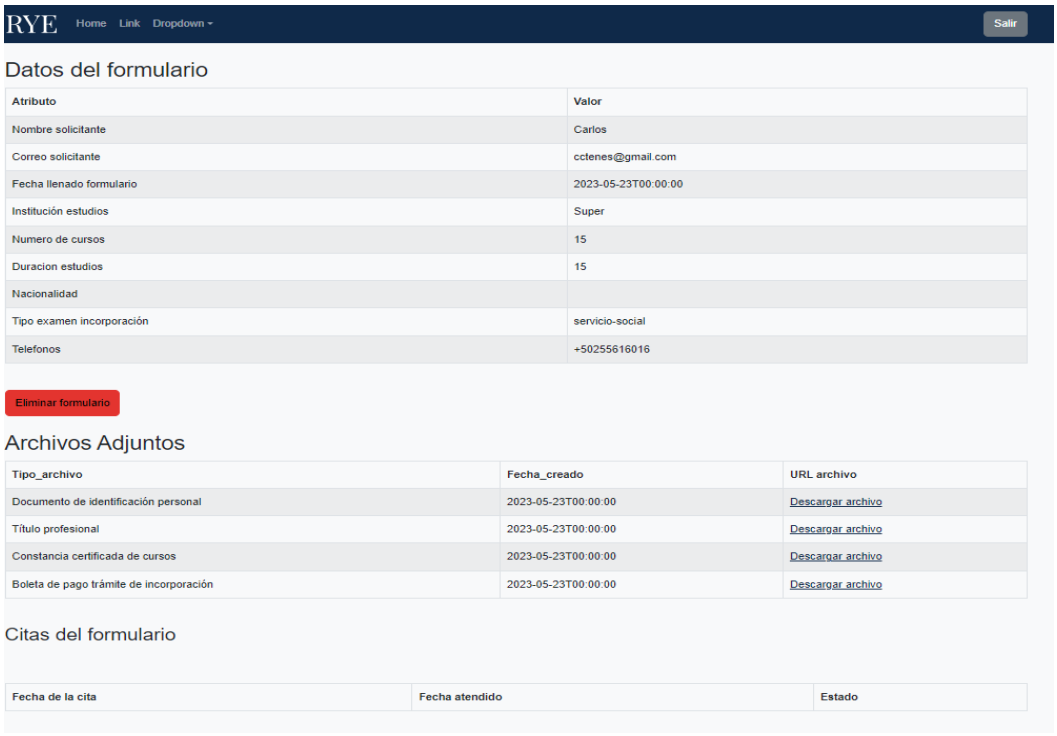
Formulario de adjunto de documentación



Nota. Presentación del formulario de adjunto de documentación. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Tabla 3.

Detalle de formulario



Nota. Tablas dinámicas de los detalles de una incorporación, usuario interesado, elaboración propia, realizado con Frontend.

Los usuarios que interactúan con el sistema tienen distintas funciones y permisos dentro del mismo, cada usuario tiene una lista de las acciones que este puede realizar, de manera lógica se puede plasmar mediante diagramas de casos de uso, en la práctica del sistema se encuentra como un módulo de permisos y validadores lógicos dentro de cada procedimiento en la aplicación Backend.

Del lado administrativo, los usuarios tendrán acceso a diversas funciones, según se encuentre asignado en el módulo de permisos, cuando un formulario entra al sistema y necesita ser atendido por el personal operativo de

incorporaciones aparecerá en un listado donde se detalla la información que el interesado adjuntó en el formulario inicial, se podrá crear una cita de atención al interesado para realizar la confrontación de los documentos adjuntados en su determinado buzón. Durante la confrontación de los documentos adjuntados por el interesado, el usuario administrativo realizará el folio correspondiente realizado clic en el botón designado, todos los documentos que son ingresados dentro del sistema cuentan con una validación para determinar la longitud y que el documento en formato PDF sea legible por un lector PDF, asimismo valida que el documento ingresado sea exclusivamente un documento PDF.

Cuando todos los documentos que el interesado adjuntó se confrontan y se validan corresponde la creación del expediente para que continue su curso dentro de las diversas dependencias correspondientes según sea el tipo de incorporación, después de que el sistema ha realizado las constancias necesarias para dar inicio al procesamiento, el expediente entra a una etapa de pre-calificación, esta etapa está contemplada como una dependencia dentro del sistema, en esta dependencia virtual se realiza una evaluación de la universidad de incorporación y del título que el usuario interesado describió en el formulario.

Si el usuario encargado de la dependencia describe que el trámite de incorporaciones si se pude procesar se le solicita al Interesado que adjunte la orden de pago correspondiente, en el caso contrario que no se cuente con registro de los estudios desarrollados en el extranjero se procede a notificarle al interesado que no se brinda una total certeza que los estudios pueden ser incorporados, si el Interesado decide proceder se realiza el pago y a continuar con el proceso habitual del trámite.

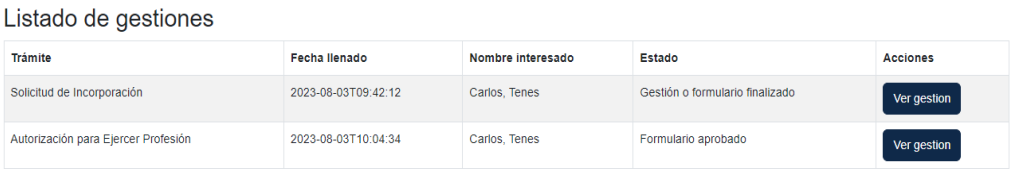
Durante el procesamiento del formulario o expediente, este genera una bitácora la cual solo puede ser consultada por el usuario administrativo de

Registro y Estadística, también existen las opciones en donde el usuario administrativo añade al expediente documentos manuales, es decir, documentos que fueron generados en formato físico y se requiere que sean digitalizados, cuando un expediente dada la naturaleza del trámite necesita que se agregue una nota acerca de algún paso o eventualidad se puede agregar información a la bitácora.

Los reportes que se generan dentro del sistema se pueden encontrar en dos lugares, el principal es en la vista del expediente donde se pude generar un reporte de la bitácora en formato PDF y Excel; en otro punto donde se puede consultar y generar un reporte es el apartado de reportes sobre expedientes, en este apartado se pueden aplicar diversos filtros aplicables, como ejemplo en donde se realizó la incorporación, en que dependencia se encuentra el usuario, si la gestión se encuentra como modo expediente o modo formulario.

Tabla 4.

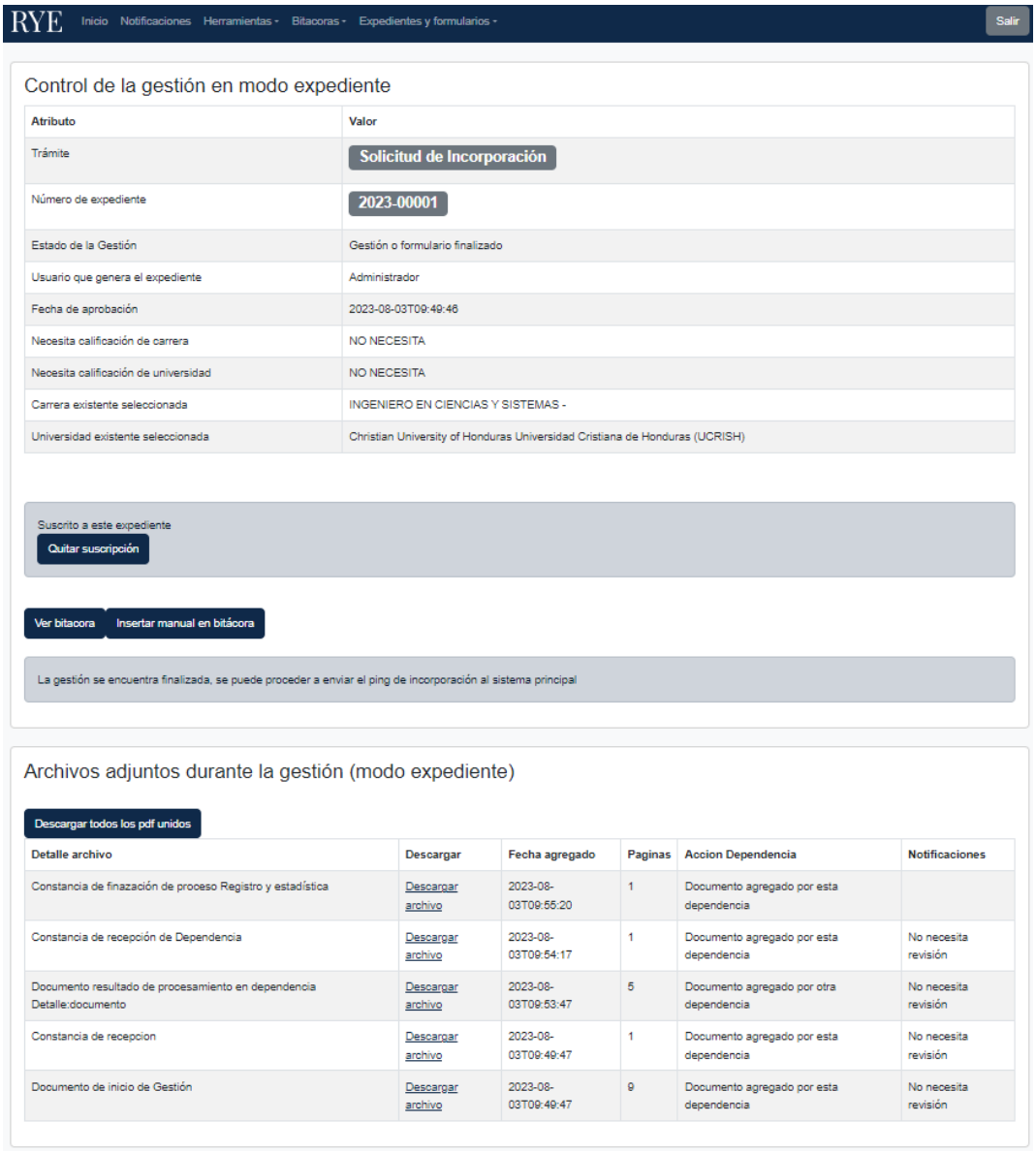
Detalle de gestiones



Nota: Tabla de las gestiones iniciadas por el usuario interesado, elaboración propia, realizado con Frontend.

Tabla 5.

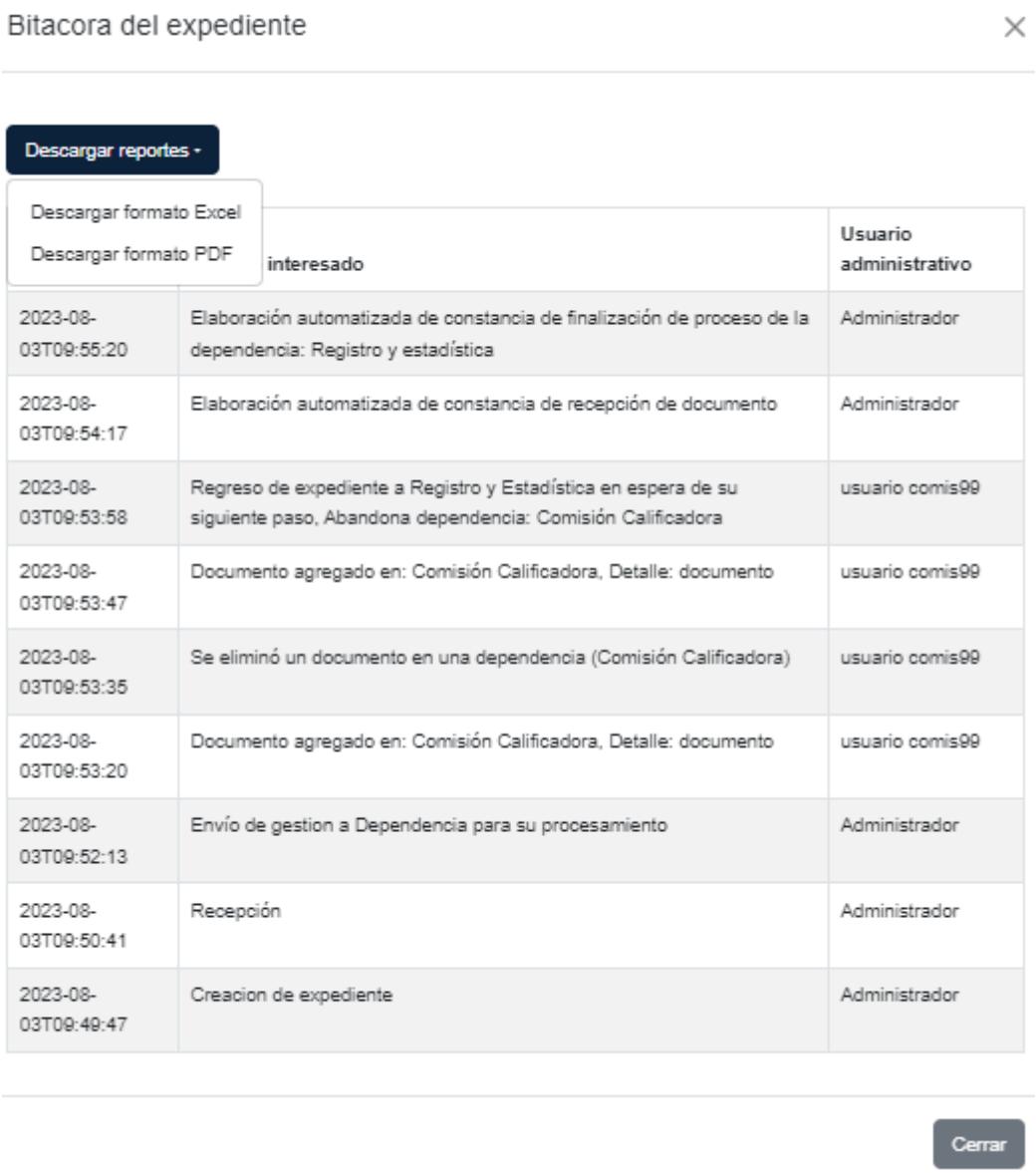
Detalle de expediente



Nota: Conjunto de tablas de un expediente, usuario Administrativo. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Tabla 6.

Detalle de bitácora

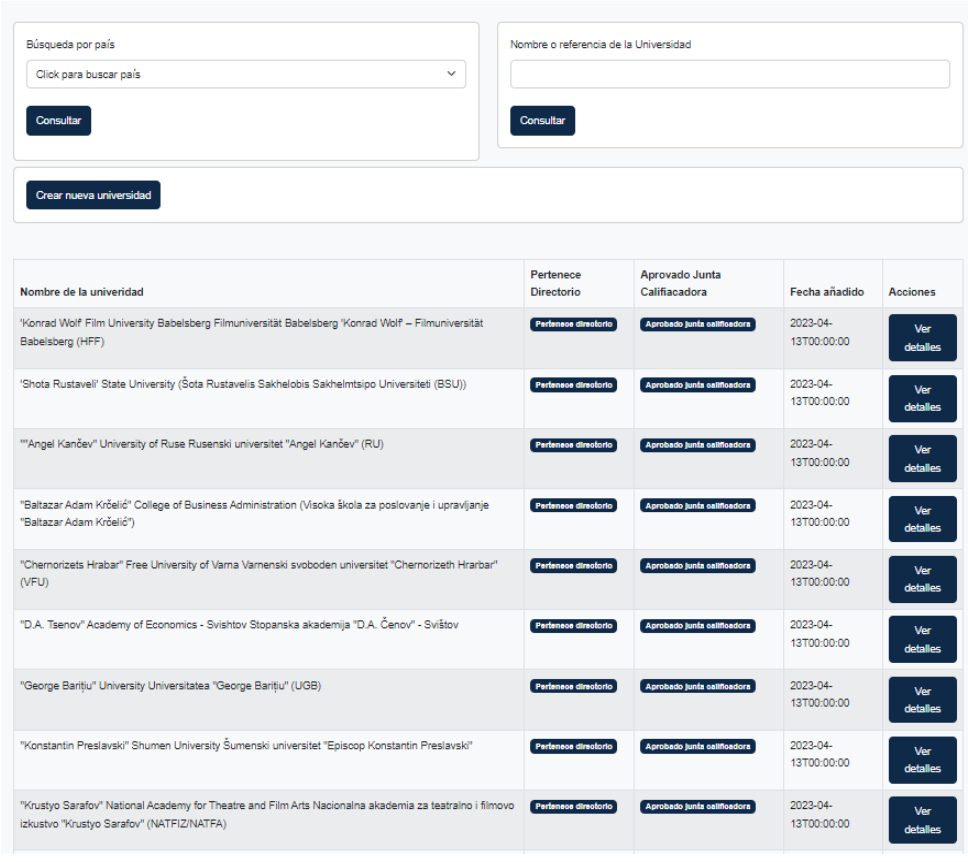


Nota: Tabla de la bitácora de un expediente seleccionado, usuario Administrativo. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Para la correcta administración de los datos existen módulos donde se administran datos de referencia o consulta y mantenimiento del sistema, para ello existen módulos como la administración de carreras, universidades, usuarios administrativos e interesados, todos estos datos se encuentran asignados a usuarios que su única función es gestionar estos datos, estos no pueden tomar acciones sobre expediente, sin embargo, si pueden gestionar quienes tiene a cargo el módulo de gestión de cada dependencia.

Figura 6.

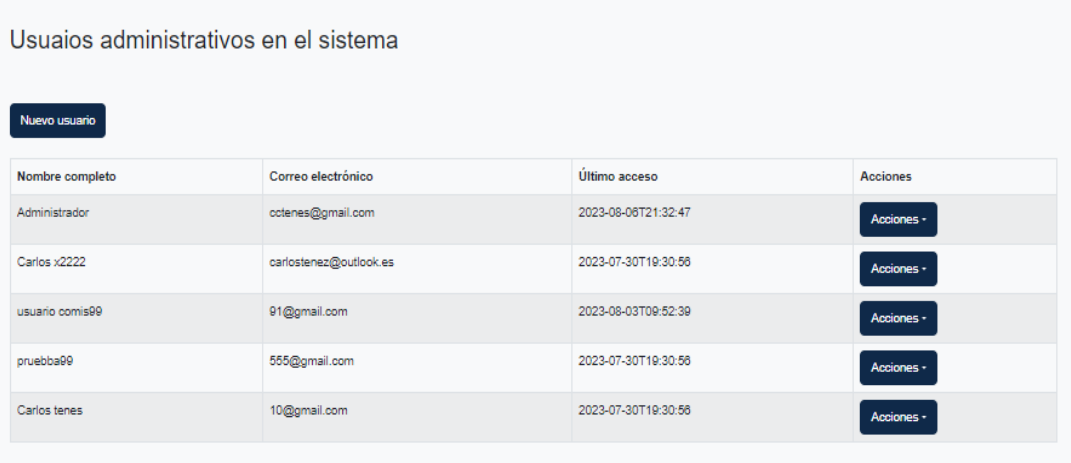
Directorio de universidades



Nota: Listado interactivo de las universidades registradas según Comisión Calificadora. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Tabla 7.

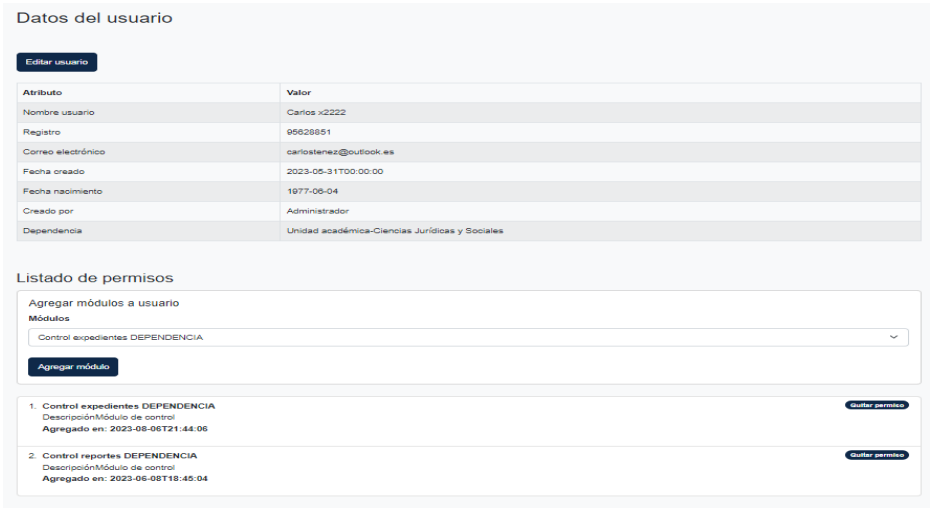
Control de usuarios administrativos



Nota: Tabla de administración de usuarios administrativos. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Tabla 8.

Detalle usuario administrativo



Nota. Conjunto de tablas de la administración de un usuario Administrativo. Elaboración propia, realizado con Frontend.

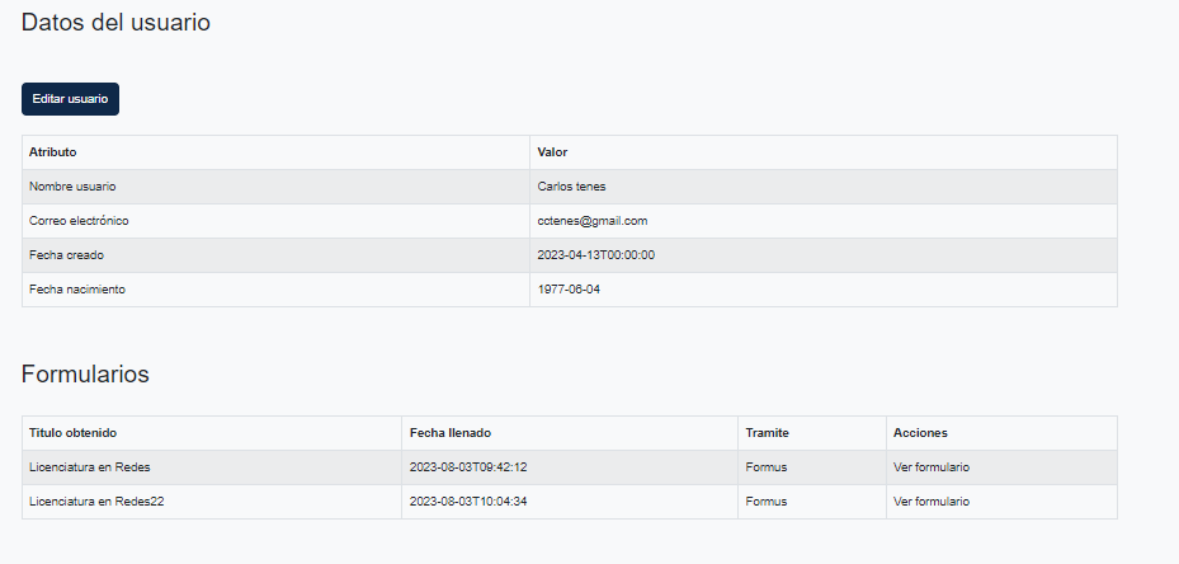
Tabla 9.

Listado usuarios interesados

Nota. Tabla de administración de usuarios interesados. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Tabla 10.

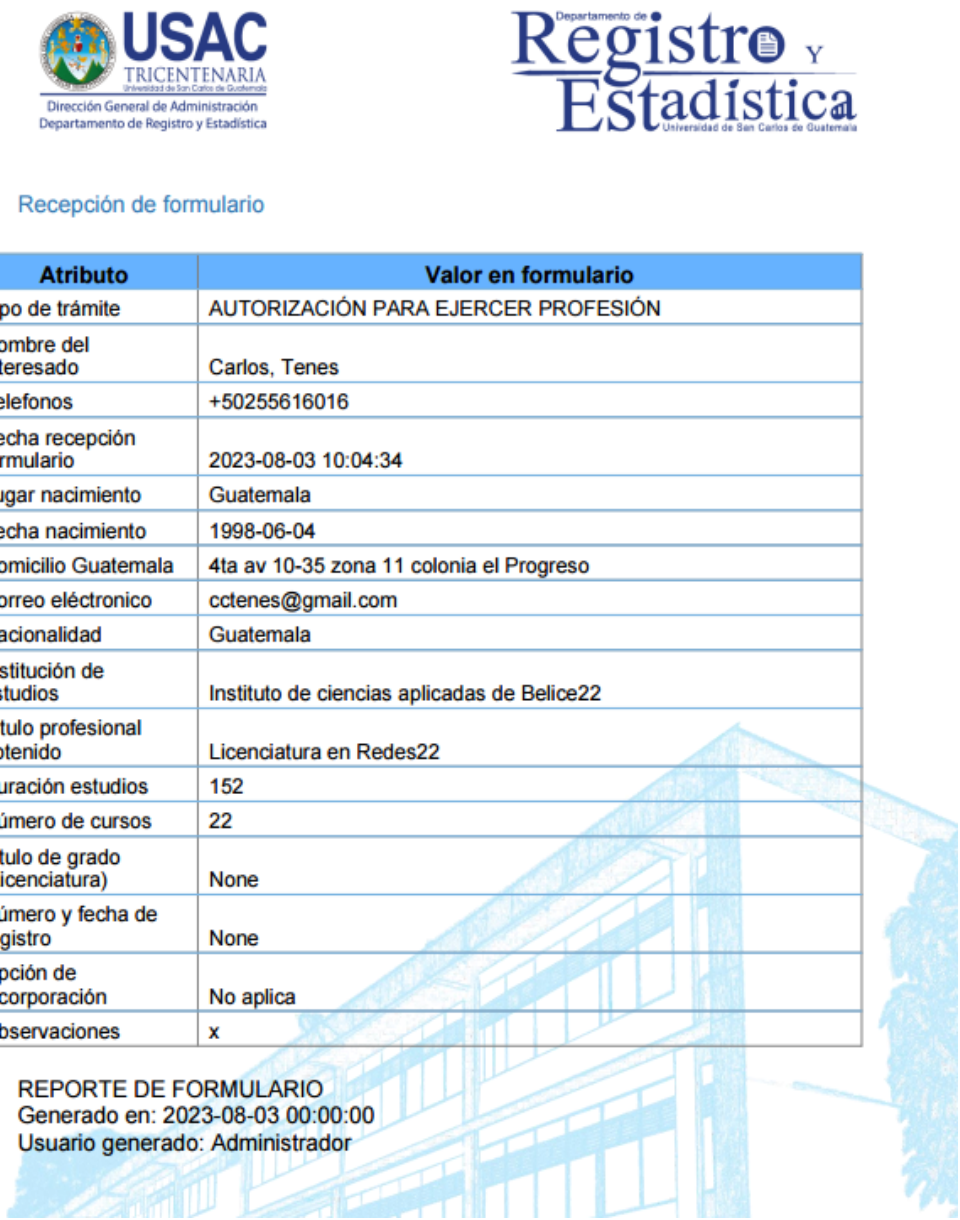
Detalle de usuario interesado



Nota. Conjunto de tablas de la administración de un usuario interesado. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Figura 7.

Documento de recepción de formulario



USAC TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Administración
Departamento de Registro y Estadística

Departamento de Registro y Estadística
Universidad de San Carlos de Guatemala

Recepción de formulario

Atributo	Valor en formulario
Tipo de trámite	AUTORIZACIÓN PARA EJERCER PROFESIÓN
Nombre del interesado	Carlos, Tenes
Telefonos	+50255616016
Fecha recepción formulario	2023-08-03 10:04:34
Lugar nacimiento	Guatemala
Fecha nacimiento	1998-06-04
Domicilio Guatemala	4ta av 10-35 zona 11 colonia el Progreso
Correo eléctronico	cctenes@gmail.com
Nacionalidad	Guatemala
Institución de estudios	Instituto de ciencias aplicadas de Belice22
Título profesional obtenido	Licenciatura en Redes22
Duración estudios	152
Número de cursos	22
Titulo de grado (Licenciatura)	None
Número y fecha de registro	None
Opción de incorporación	No aplica
Observaciones	x

REPORTE DE FORMULARIO
Generado en: 2023-08-03 00:00:00
Usuario generado: Administrador

Nota. documento en formato PDF generado al procesar un formulario. Elaboración propia, realizado con Frontend.

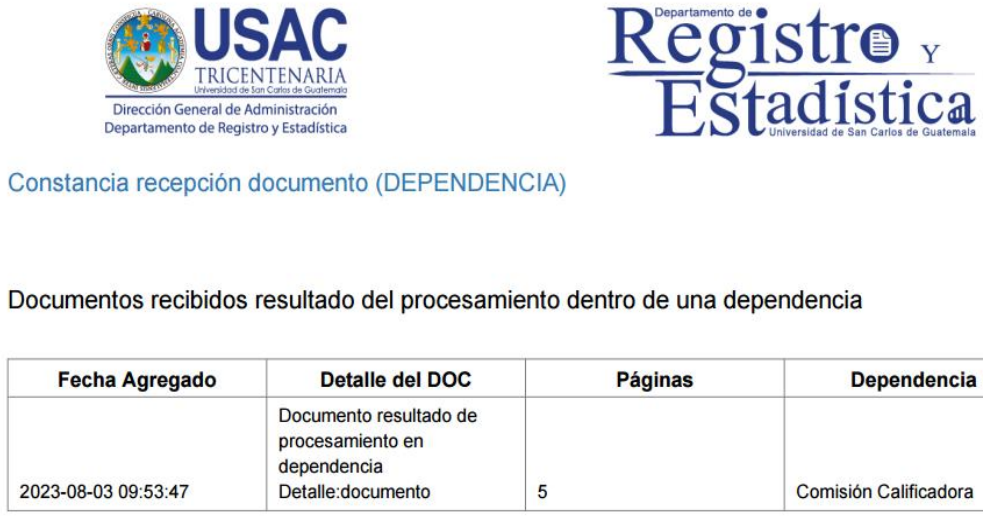
Figura 8.

Ejemplo de folio en documento

Nota: Sello insertado por el sistema en cada página de los documentos adjuntados al expediente. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Figura 9.

Documento automático de recepción



Nota. documento PDF generado en sistema Backend. Elaboración propia, realizado con Frontend.

Figura 10.

Documento bitácora

ID	Fecha acción	Detalle acción	Usuario Administrativo	Estado
19	2023-07-29 22:39:36	Revisión super 8k	Administrador	Procesado en Incorporaciones
18	2023-07-29 22:39:11	Creacion de expediente	Administrador	Formulario aprobado

Nota. documento PDF automatizado de la bitácora de un expediente. Elaboración propia, realizado con Frontend.

2.4. Costos del proyecto

El presente proyecto de EPS no representa un costo a la unidad que implementa este proyecto, sin embargo, al ser un proyecto con una aplicación real y objeto a ser fiscalizado por parte de la unidad de EPS de ingeniería, se debe asemejar a un proyecto solicitado a una entidad externa. Todas las reuniones realizadas para el seguimiento del proyecto y la entrega de los avances se realizaron de manera virtual, documentación y entregables se entregan en formato digital.

Tabla 11.

Supuesto costo del proyecto

Recursos	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Propuesta de sistema por medio de un perfil de proyecto	1	5000	5000
Modelo entidad relación	1	7000	7000
Desarrollo de prototipos	1	6500	6500
Desarrollo del sistema distribuido en 6 meses de trabajo	1	40000	40000
Desarrollo de documentación y soporte	1	2500	2500
.			61000

Nota. Tabla de los costos teóricos implicados en el desarrollo del sistema para Registro Y Estadística. Elaboración propia, realizado con Word.

2.5. Beneficios del proyecto

El sistema desarrollado en el periodo correspondiente busca resolver un problema raíz que se deriva en distintas ramas, aprovechando e implementando correctamente las tecnologías necesarias los usuarios administrativos y los usuarios interesado podrán hacer uso de un sistema que automatiza y agiliza distintos procesos dentro de Incorporaciones, antes de la entrega del proyecto, los expediente eran procesados de manera manual, es decir, que el personal administrativo tenía que consultar en el expediente físico y de tal manera deducir el avance del expediente.

Los beneficios del sistema se centran en la digitalización total de los 6 proceso dentro de Incorporaciones, sin embargo, no todas las unidades académicas decidirán el adoptar al sistema como única manera para procesar los expedientes, por tal motivo, el proyecto cuenta con distintas opciones de como generar un expediente y procesarlo. Los expedientes que se encuentran en formato físico pueden ser vertidos al formato digital, llenado el mismo formulario que llenarían los interesado, con el cambio que un usuario administrativo estaría digitalizando estos datos, mediante un escaneo y adjuntando los documentos en este expediente digital, a partir de este punto el usuario administrativo puede decidir si el expediente se envía de manera digital a las distintas dependencias o si se mantiene el expediente en un formato físico pero con el control digital y preciso que el sistema pude brindar.

En esta entrega del proyecto los beneficios son contundentes, pero ampliables, como es tendencia en la implementación de un sistema que reemplaza la manera de operar de un proceso, este suele tener un tiempo de adaptación moderado pero constante.

3. FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

3.1. Capacitación propuesta

Durante la fase de análisis y diseño del sistema, se mantuvo una constante retroalimentación del sistema con las personas involucradas para la realización de mejoras en el flujo de acciones, dadas las distintas técnicas de diseño eficiente e intuitivo durante el uso del sistema, durante el uso del sistema se dispone de acciones dinámicas, si un expediente se encuentra en una dependencia, solo la dependencia asignada podrá tomar acción sobre este expediente.

La capacitación hacia el personal administrativo se hará con sesiones virtuales y presenciales, las capacitaciones tendrán como fin la familiarización del sistema y recepción de las mejoras en cuanto a los procesos descritos en el anterior capítulo. El lugar de las capacitaciones será en el Centro Universitario Metropolitano (CUM) en donde se cuenta con la recepción física de los expedientes al momento de la elaboración del proyecto y entrega de este.

En la elaboración del perfil de EPS, previo a este reporte final se elaboró una toma de requerimientos que generó un aprendizaje por parte del Epesista de cómo funciona el proceso de un expediente dentro de las distintas dependencias obteniendo información útil para la materialización de la solución y optimización del proceso.

Tabla 12.

Calendarización de la capacitación propuesta

Actividad de capacitación	**Tiempo necesario**
Presentación de avances con personal asesor del proyecto.	Reuniones de 1 hora, durante cada mes o mes 15 días durante los 6 meses de duración del proyecto.
Capacitación al personal administrativo-operativo	Reuniones en el Centro de Estudios Metropolitano, en julio y agosto.
Comprobación del requerimiento	Reuniones en el Centro de Estudios Metropolitano, durante los 6 meses de duración del proyecto.
Entrega final del proyecto	Conjunto de reuniones virtuales y presenciales desde el 15 de julio de 2023 hasta el 8 de agosto de 2023

Nota. Detalle de las capacitaciones al personal Administrativo de Registro y Estadística. Elaboración propia, realizado con Word.

3.2. Capacitación técnica

La realización de este proyecto no solo supone una capacitación al personal que utilizará este sistema, también se debe capacitar y orientar de cómo funciona el sistema en el aspecto técnico.

Para mantener una integridad de los datos y del sistema es necesario que todos los usuarios que brindarán soporte conozcan como se procesan las diversas acciones de todos los usuarios que interactúan con este, estos datos componen desde el procesamiento lógico de los datos y del procesamiento visual que representa a los usuarios de manera amigable y de fácil lectura los datos que en determinado momento requiere. Durante una tarea rutinaria de soporte el desarrollador necesita conocer cuáles son las herramientas de desarrollo empleadas.

Tabla 13.

Herramientas de software usadas

Módulo	Herramientas
Backend	• FastAPI como framework WEB • SQL-Alchemy como ORM para procesar datos de la Base de Datos • PyJWT como librería para procesar un token JWT • MinIO como librería conexión a un servicio de alojamiento de archivos • Reportlab como librería para generar PDF • PyPDF como librería para procesar documentos PDF
Frontend	• React como framework WEB • Vite como compilador de React • Bootstrap como librería CSS • ReactBootstrap como librería de componentes de React • Axios como librería cliente de HTTP.

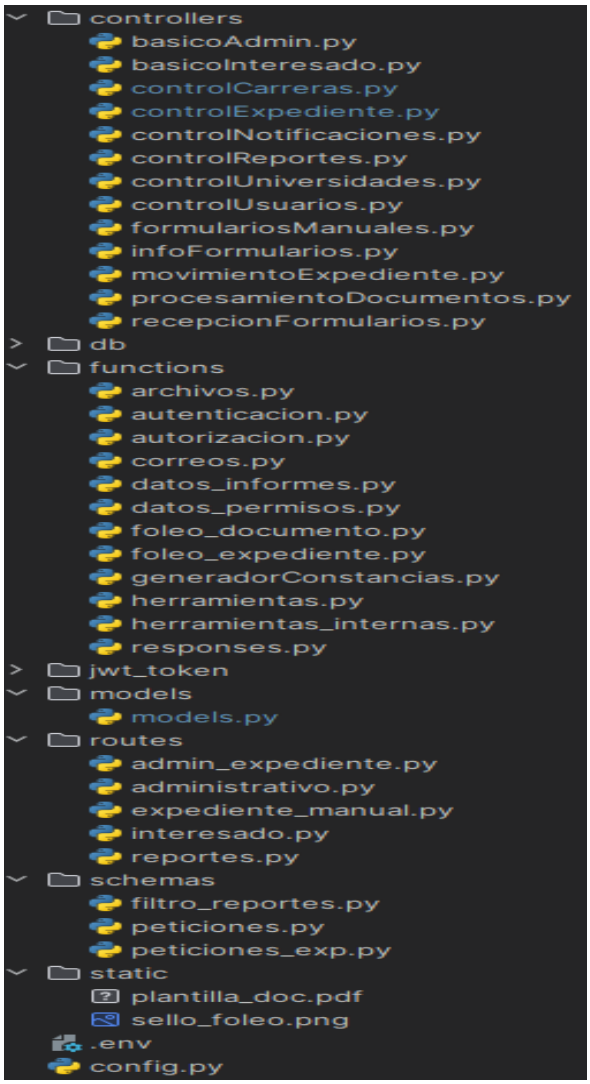
Nota. Detalle de las herramientas implementadas el desarrollo del sistema. Elaboración propia, realizado con Word.

El conjunto de scripts que forman el módulo denominado Backend se encuentran escritos en el lenguaje Python, este emplea el framework web FastAPI que brinda una interfaz de API sencilla y potente para desarrollar cualquier tipo de servicio o microservicio, para efectos de este proyecto FastAPI brinda un ecosistema robusto y potente para manejar y procesar datos que buscan tener una integridad del 100 %.

Tomando en cuenta los estándares modernos de programación la estructura de los archivos se implementó imitando un modelo “vista-controlador” con la excepción que las respuestas que brinda el servidor se encuentran en formato JSON los cuales pasa a ser interpretados por el Frontend.

Figura 11.

Estructura de archivos backend



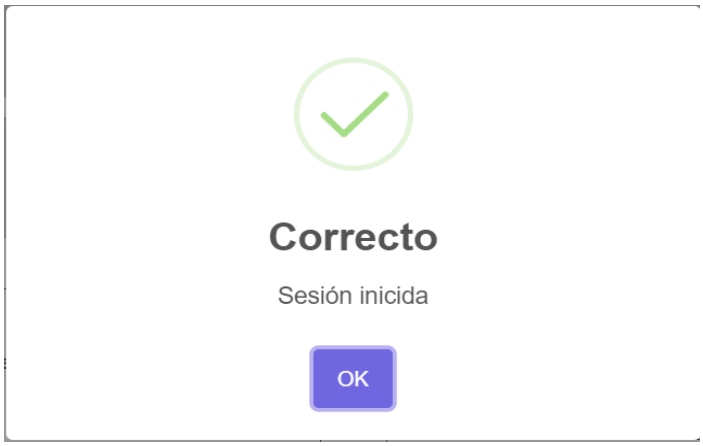
Nota. Estructura de archivos y carpetas en la aplicación Backend. Elaboración propia, realizado con PyCharm.

El conjunto de scripts que forman el módulo denominado Frontend se encuentra escrito en el lenguaje JavaScript, este implementa el framework para interfaces visuales React que implementa como marco de estilos una librería llamada Bootstrap en conjunto con ReactBootstrap, todas las herramientas mencionadas presentan al usuario una interfaz sencilla pero potente y altamente dinámica proporcionado al usuario únicamente las acciones que en determinado momento puede realizar.

Cada vez que el usuario realiza una acción esta se refleja con un cuadro de diálogo que notifica de la respuesta que el Backend retornó, si existiese algún error de acceso de recurso o que el usuario intenta acceder a una página a la cual no tiene autorización se le refleja como una alerta de las acciones o redireccionado a una página de error.

Figura 12.

Mensaje de alerta



Nota. Mensaje de alerta del sistema cuando una tarea finaliza con éxito. Elaboración propia, realizado con SweetAlert.

El Frontend cuenta con mecanismos para detectar una respuesta de alerta o de error en caso se realice una acción fuera de tiempo, inválida o que la sesión del usuario autenticado se encuentre expirada, el Frontend implementa un mecanismo de autenticación con el Backend para asegurarse que el usuario es un usuario real y existente dentro de la base de datos, los usuarios que intenten acceder a una página que requiera autenticación o poseer la llave de autenticación serán redireccionados a la página principal para que ingrese sus credenciales o abandonar el sitio.

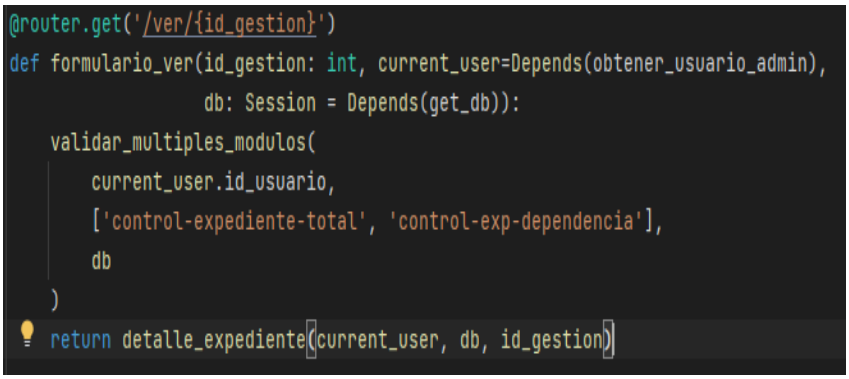
El Backend cuenta con diversos mecanismos en cascada para validar la integridad y seguridad de cada petición dentro del sistema, al momento en que una validación falla no se continua con las demás validaciones y muestra al usuario el origen o causa del error, todas las peticiones realizadas deben contar con un encabezado de autenticación proporcionado en el inicio se sesión de cada usuario.

Para un correcto entendimiento de cada una de las validaciones se presenta una lista las cuales indican el orden de cada una de ellas, cuando el sistema detecta una anomalía se detiene en tal punto y prepara la respuesta de error.

- Valida que el usuario tenga el “token” en el encabezado de la petición
- Valida que el token sea válido de acuerdo con una llave secreta
- Valida la existencia del usuario dentro de la base de datos
- Valida que la petición tenga un formato adecuado
- Valida que el usuario autenticado tenga el módulo asignado a su usuario para poder acceder al recurso.

Figura 13.

Endpoint implementando validaciones



```
@router.get('/ver/{id_gestion}')
def formulario_ver(id_gestion: int, current_user=Depends(obtener_usuario_admin),
                   db: Session = Depends(get_db)):
    validar_multiples_modulos(
        current_user.id_usuario,
        ['control-expediente-total', 'control-exp-dependencia'],
        db
    )
    return detalle_expediente(current_user, db, id_gestion)
```

Nota. Extracto de código de un Endpoint el sistema Backend. Elaboración propia, realizado con PyCharm.

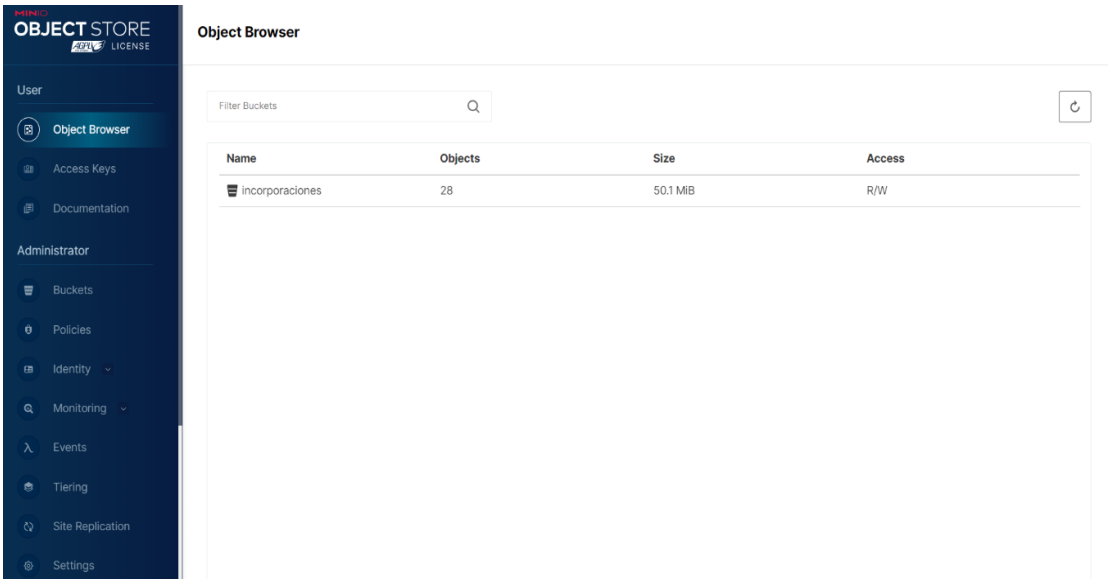
El sistema cuenta con otro tipo de validaciones las cuales se les puede denominar validaciones lógicas, estas validaciones certifican que la acción que se desea llevar a cabo no compromete ningún tipo dato dentro del sistema, un ejemplo sería cuando un usuario Interesado intenta eliminar un su formulario, pero el formulario se encuentra en modalidad expediente, el sistema lanza una alerta para indicarle al usuario que la acción solicitada no se puede ejecutar.

El sistema también cuanta con un procesado avanzado de documentos PDF, este procesado incluye el verificar que el documento ingresado si puede ser leído y si el tipo de documento lo requiere se realiza el folio para garantizar la legitimidad legal de cada una de las páginas, esta última acción es realizada por las librerías “reportlab” y “pypdf” estas trabajan en conjunto una es la encargada de leer página por página el PDF, reduce el tamaño, posiciona el texto y la imagen del número de página y finaliza generando un nuevo documento PDF que se almacena en un servicio dedicado al almacenamiento de archivos.

El núcleo del sistema es el llevar el control del documento en formato electrónico y libre de papel, estos documentos deben ser almacenados en un servicio especializado en el almacenamiento de documentos, con toda la seguridad necesaria para garantizar la inmutabilidad de cada uno de los documento almacenados para tal objetivo se usa una herramienta llamada “MinIO” esta es de código abierto y soporta un alta carga de documentos, es una herramienta libre de mantenimiento y soporte de software, solo requiere una limpieza rutinaria, el sistema Backend se comunica con mediante un contraseña y llave de acceso estableciendo una comunicación segura pero privada, mediante un driver conocido como “S3” el Backend y el servicio de archivos se comunican con un estándar implementado por diversas empresas proveedoras de servicios de alojamiento de archivos.

Figura 14.

Tablero control de objetos



Nota. Tablero de control de sistema de archivos MinIO. Elaboración propia, realizado con MinIO Object Storage.

El sistema de Backend cuenta con una librería llamada “SQL_Alchemy” que desempeña el papel de conector entre la API y la base de datos, esta librería permite realizar inserciones en la base de datos validando cada dato ingresado de acuerdo con un modelo descrito.

Figura 15.

Ejemplo de uso ORM

```
n_sus = Suscripcion_gestion(
    id_gestion_fk=payload.id_gestion,
    id_usuario_admin=current_user.id_usuario
)

db.add(n_sus)
db.commit()
```

Nota: Extracto de código de inserción de datos a la base de datos. Elaboración propia, realizado con PyCharm.

Figura 16.

Ejemplo de uso modelo ORM

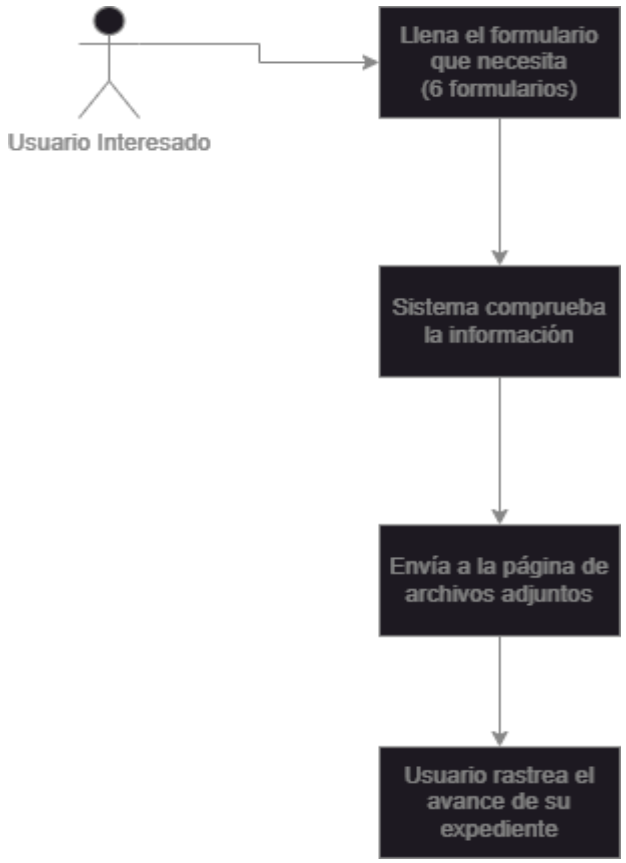
```
class Citas(Base):
    __tablename__ = "cita_formulario"
    id_cita = Column(Integer, primary_key=True, autoincrement=True)
    fecha = Column(Date)
    fecha_atendido = Column(DateTime)
    estado = Column(Integer)
    id_formulario = mapped_column(Integer, ForeignKey("gestion.id_respuesta"))
    detalles = Column(Text)
    id_usuario_admin_generado = mapped_column(Integer, ForeignKey("usuario_administrativo.id_usuario"))
    id_usuario_admin_atendido = mapped_column(Integer, ForeignKey("usuario_administrativo.id_usuario"), nullable=True)
```

Nota. Extracto de código de la definición de una tabla para la interacción con el sistema. Elaboración propia, realizado con PyCharm.

4. DIAGRAMA DE FLUJO DE ACCIONES

Figura 17.

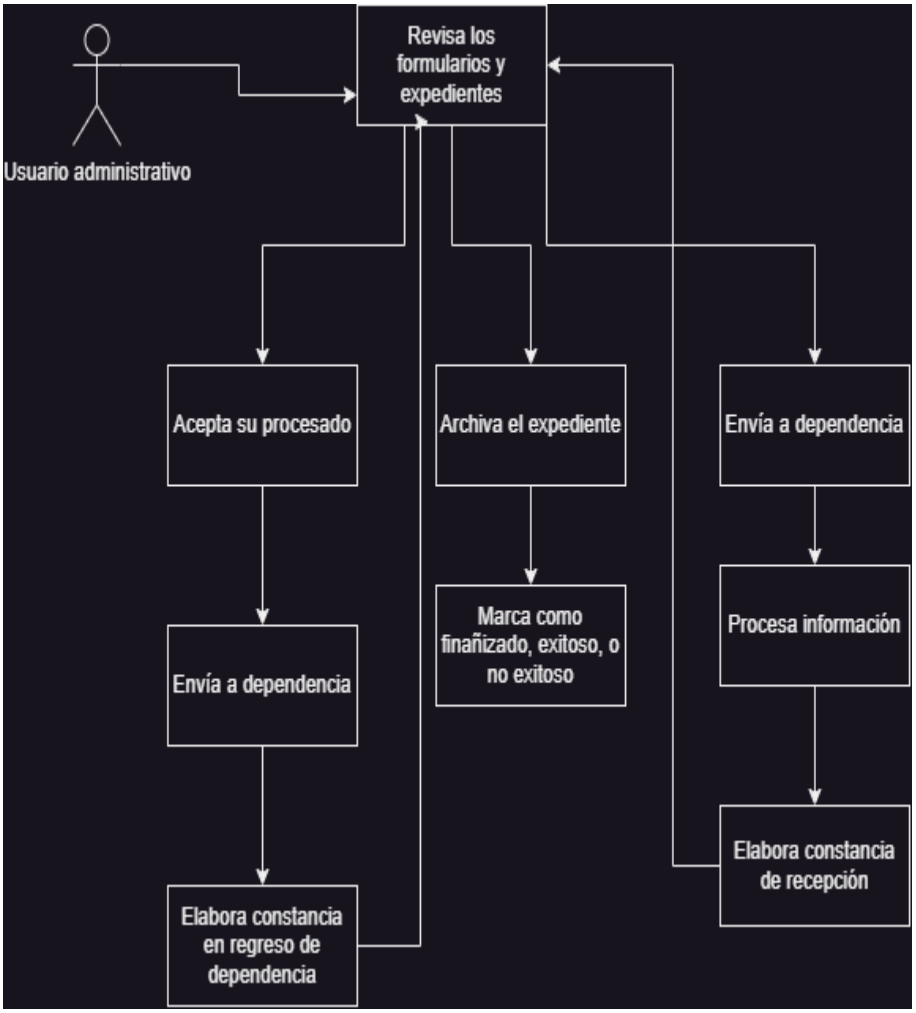
Acciones de los usuarios interesados en el sistema



Nota: Pasos por seguir en el ingreso de un expediente por parte del usuario interesado. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Figura 18.

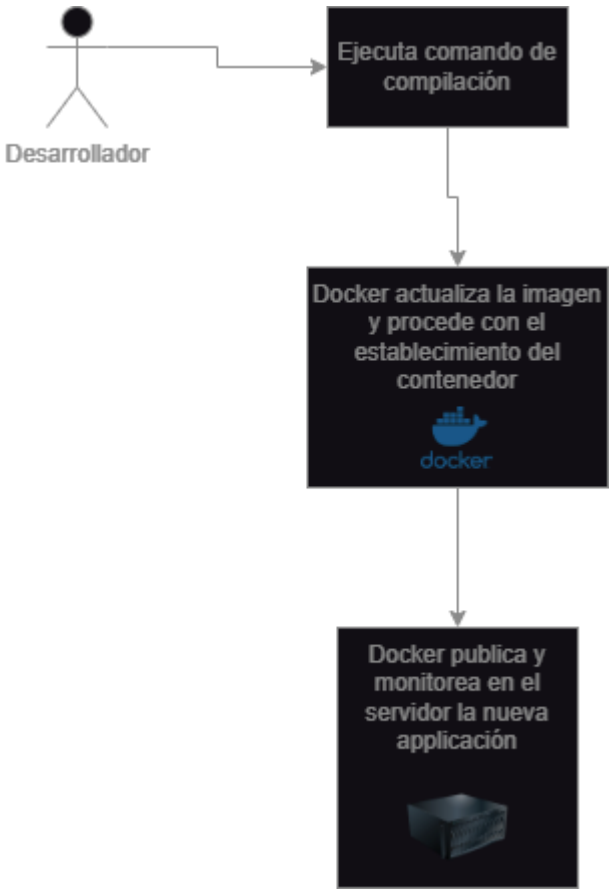
Acciones de usuario administrativo dentro del sistema



Nota. Secuencia de pasos de un usuario administrativo en el procesamiento de Expedientes. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Figura 19.

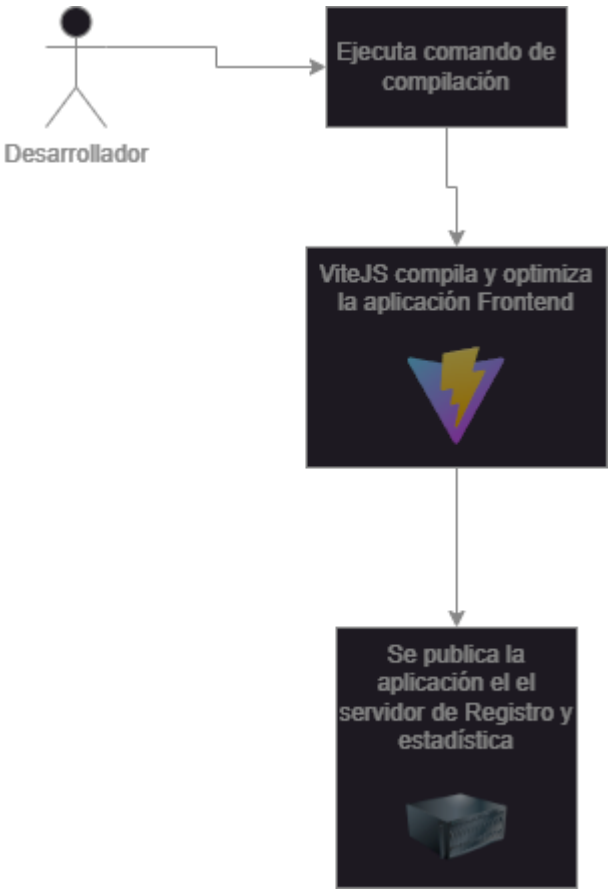
Despliegue de mejoras (Backend)



Nota. Pasos automatizados para el despliegue de mejoras, sistema Backend. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Figura 20.

Despliegue de mejoras (Frontend)

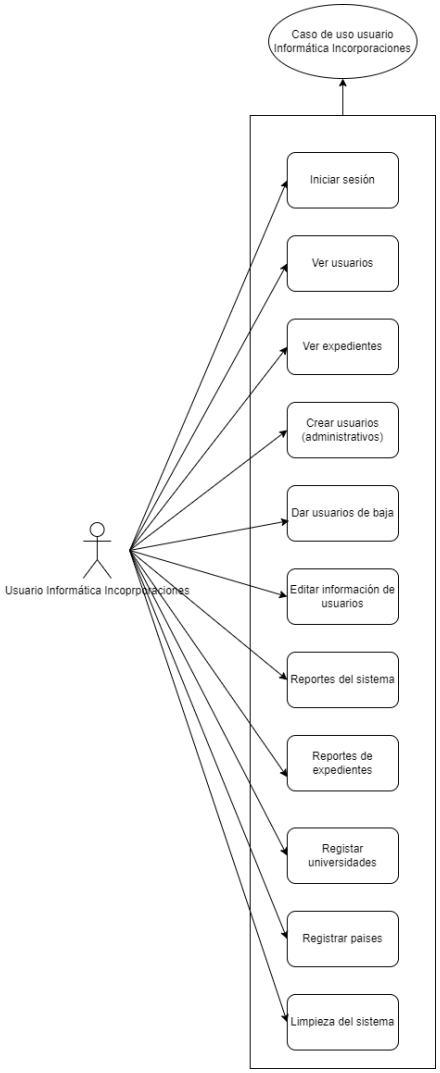


Nota. Pasos automatizados para el despliegue de mejoras, sistema Frontend. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Usuario informático: este caso de uso describe las acciones que el usuario deinformática puede realizar.

Figura 21.

Caso de uso informática

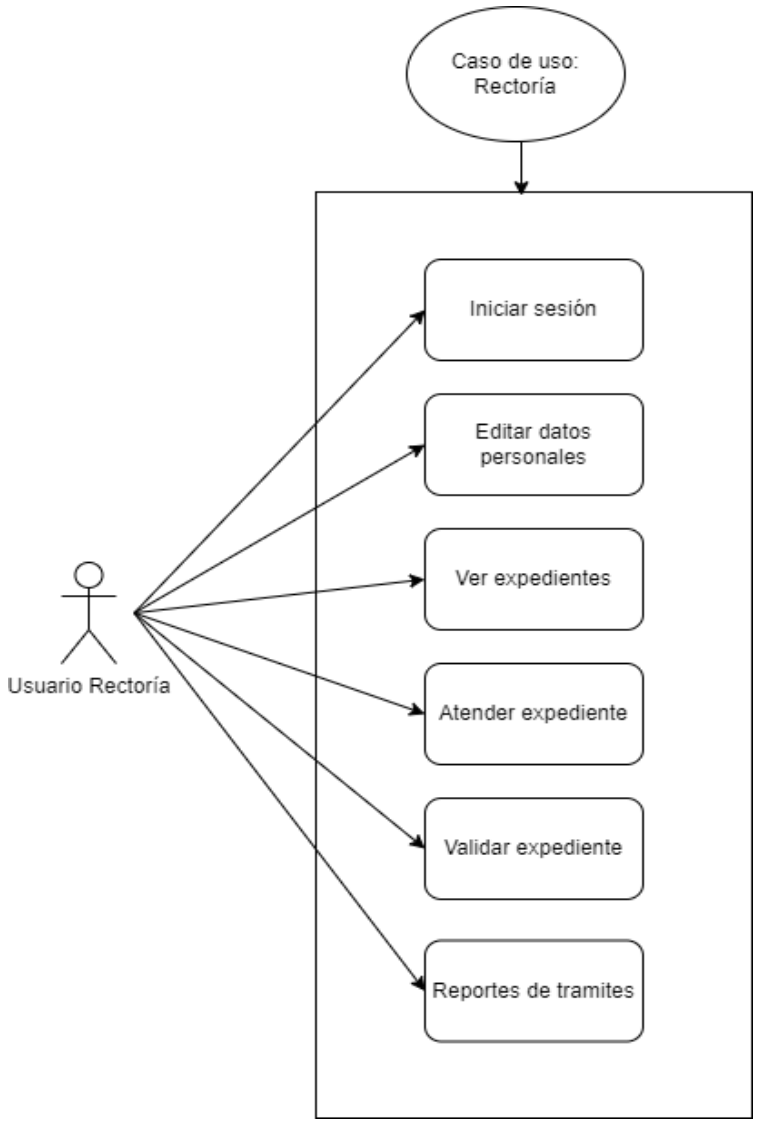


Nota. Acciones que el perfil de usuario de informática puede acceder. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Usuario rectoría: este caso de uso describe las acciones que el usuario derectoría puede realizar y las interacciones con los expedientes estudiantiles.

Figura 22.

Caso de uso rectoría

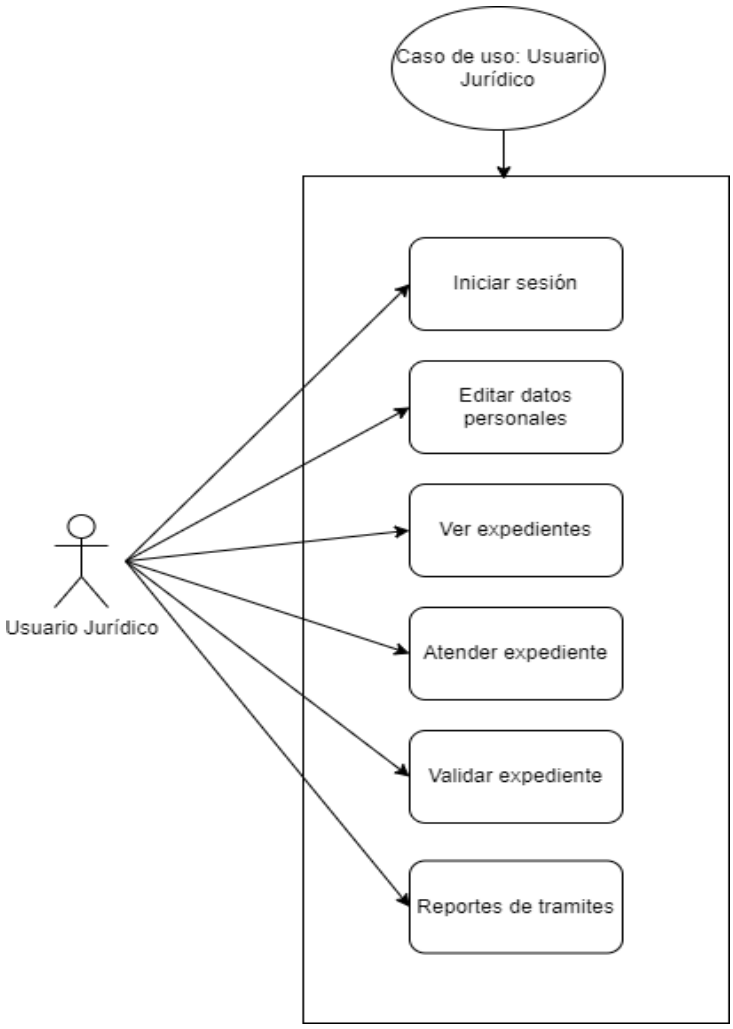


Nota. Acciones a los que el perfil de usuario de rectoría puede acceder. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Usuario jurídico: este caso de uso describe las interacciones del usuario con el expediente del interesado

Figura 23.

Caso de uso usuario jurídico

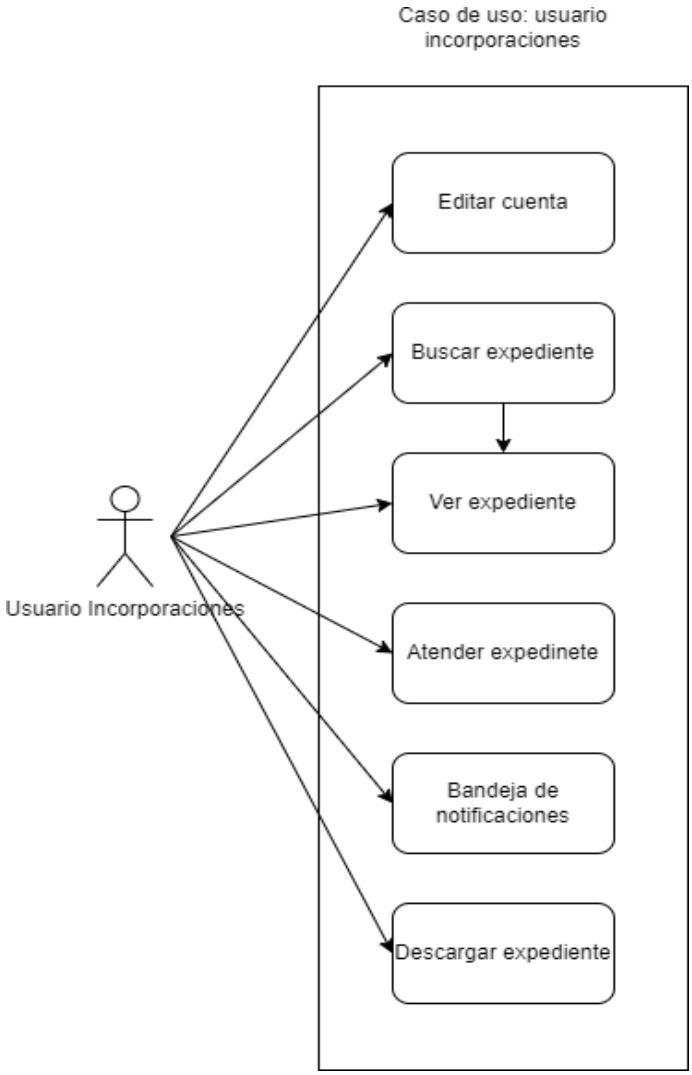


Nota. Acciones que a las que el perfil de usuario del Departamento Jurídico puede acceder. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Usuario incorporaciones**:** este caso de uso describe las interacciones del usuario con el expediente del interesado, este usuario tiene mayor cantidad de pantallas y contextos que los demás usuarios.

Figura 24.

Caso de uso personal administrativo

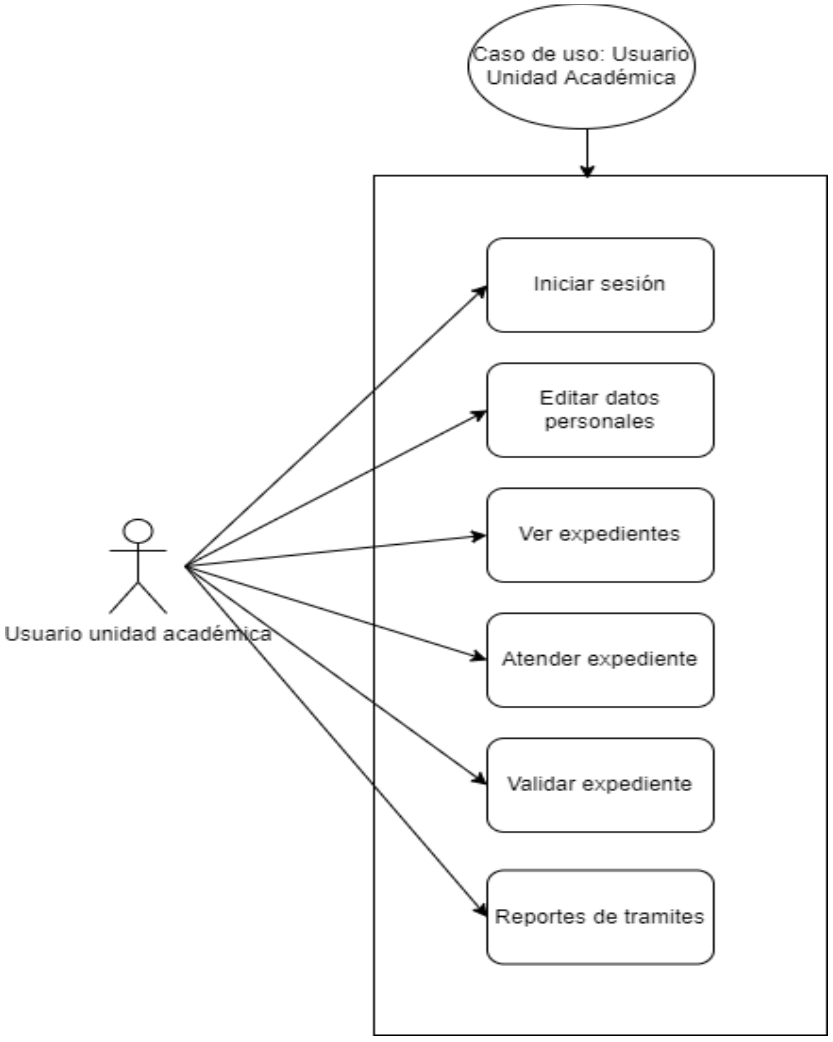


Nota. Acciones a las que el perfil de usuario de Registro y Estadística puede acceder. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Usuario unidad académica: este caso de uso describe las interacciones del usuario con el expediente del interesado, para las interacciones de este usuario solo tendrá acceso los usuarios interesados correspondientes a tal unidad.

Figura 25.

Caso de uso unidad académica

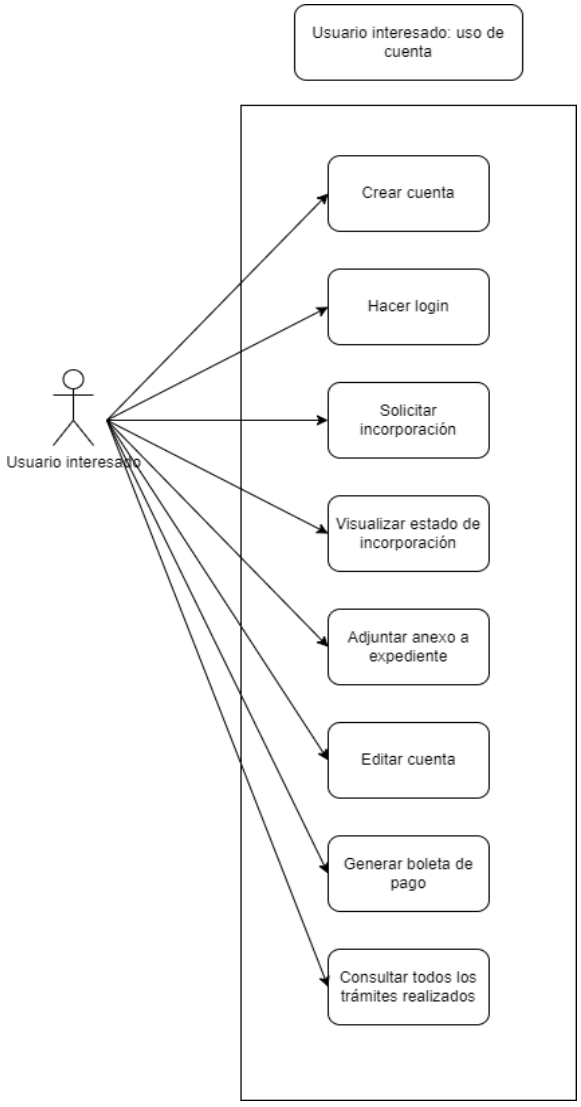


Nota. Acciones a las que el perfil de usuario de Unidad Académica puede acceder. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Usuario interesado: este caso de uso describe las interacciones del usuario consu propio expediente y las configuraciones de su cuenta.

Figura 26.

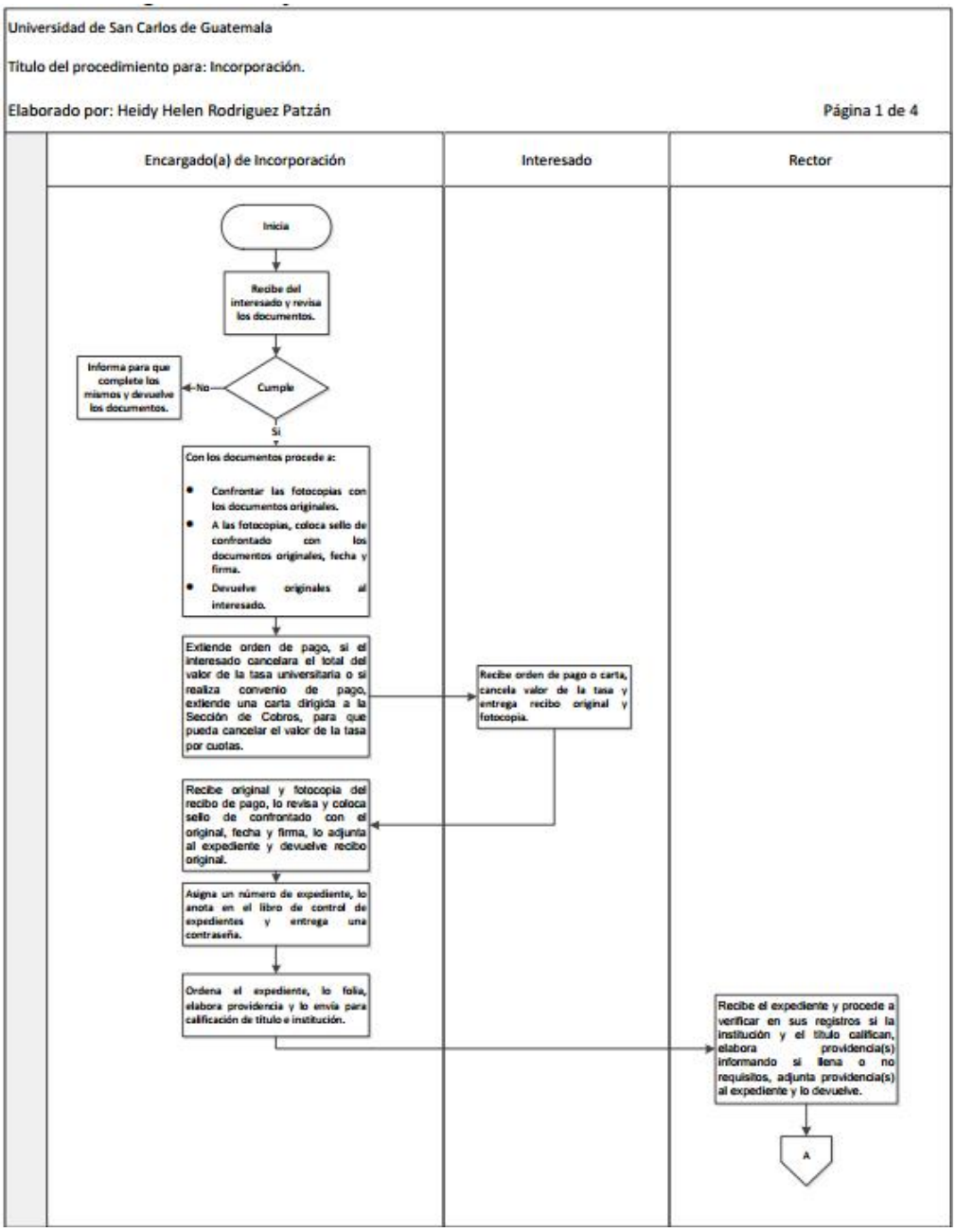
Caso de uso actualización de datos



Nota. Acciones que el usuario interesado puede realizar en su cuenta. Elaboración propia, realizado con DrawIO.

Figura 27.

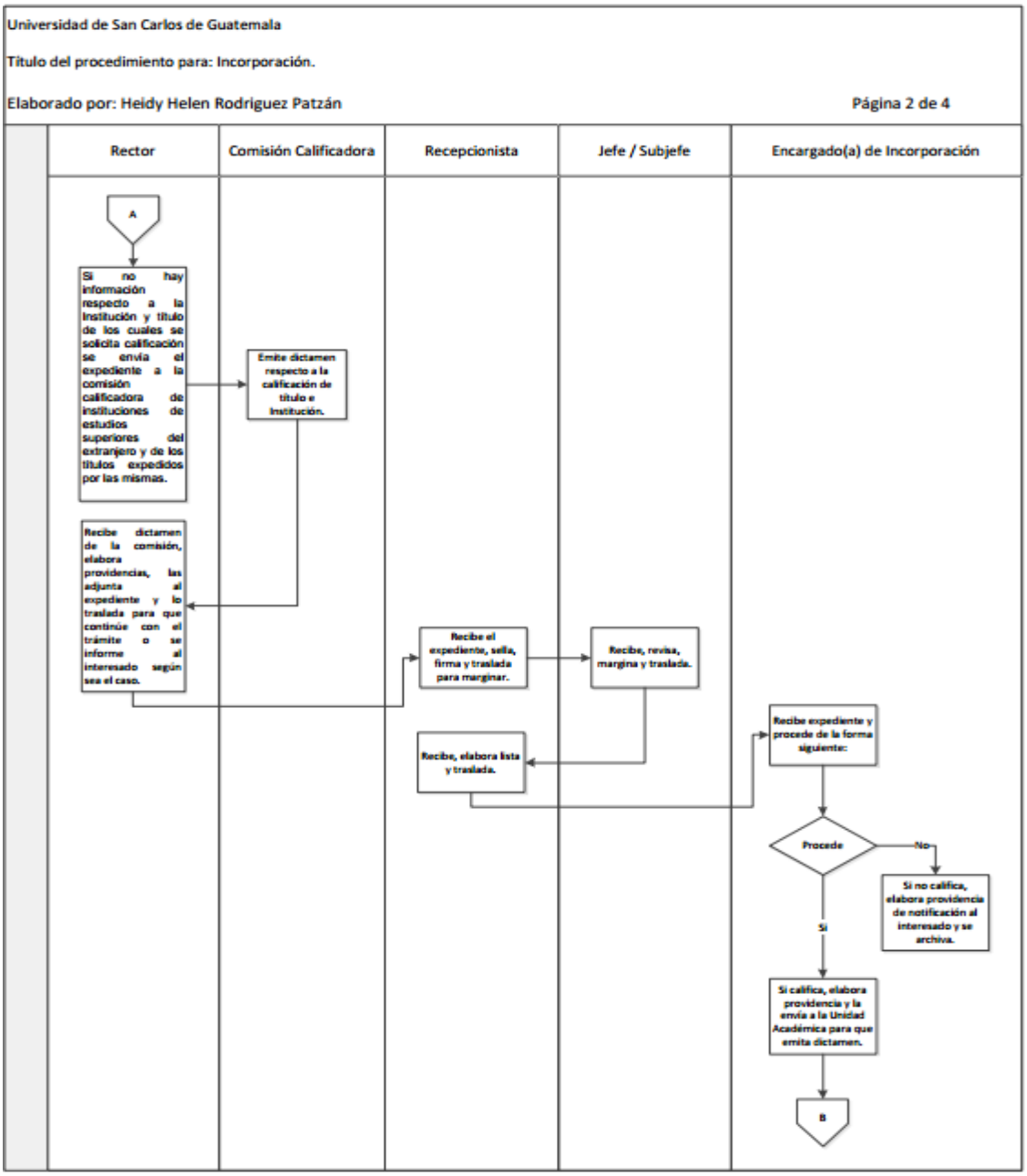
Flujo de un expediente (Parte 1)



Nota. Se presenta la primera parte del flujo de un expediente. Obtenido de H. Rodríguez (2014), *Diagrama de flujo de una gestión de incorporación*. p. (12) USAC.

Figura 28.

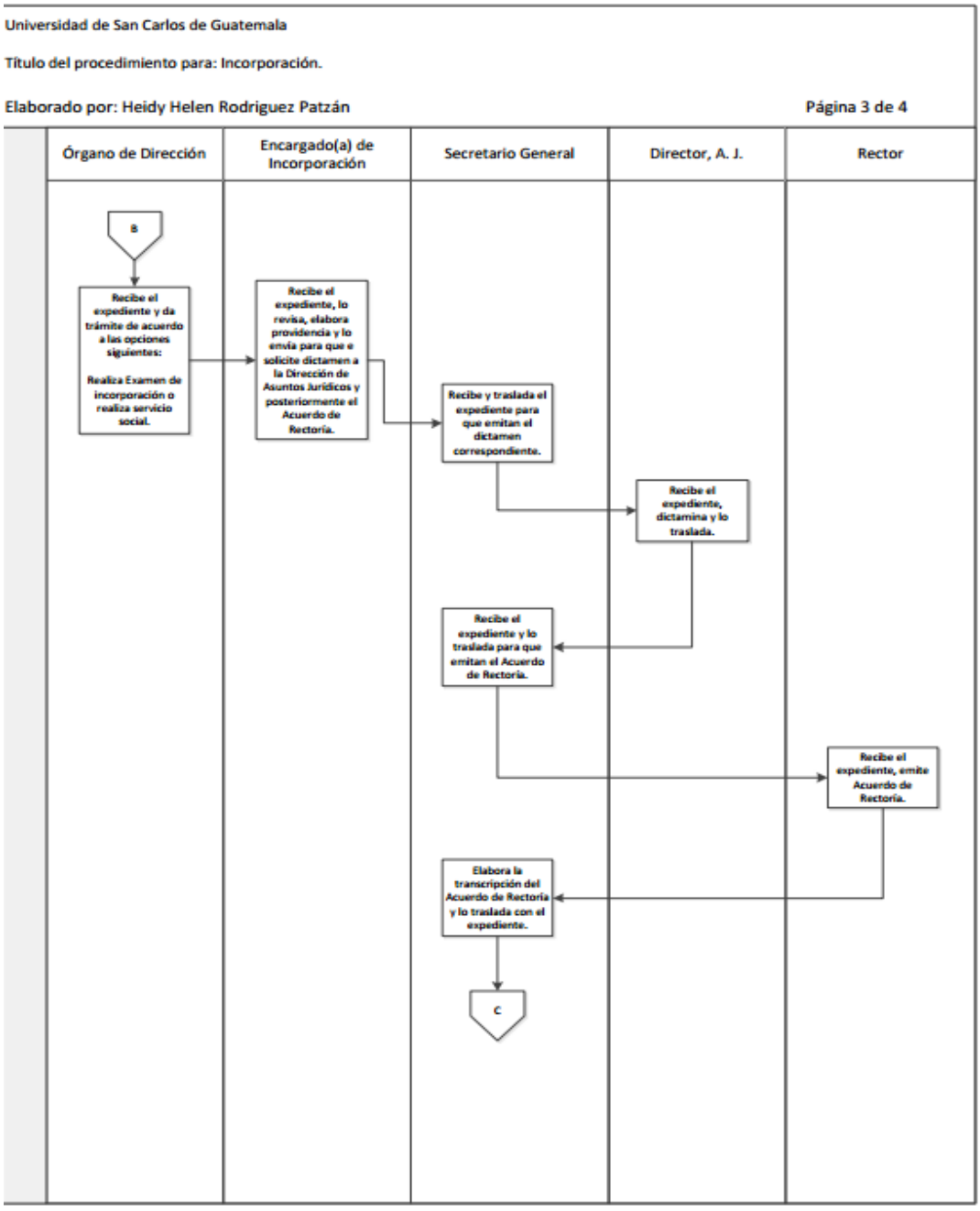
Flujo de un expediente (Parte 2)



Nota. Se presenta la segunda parte del flujo de un expediente. Obtenido de H. Rodríguez (2014), *Diagrama de flujo de una gestión de incorporación.* p. (12) USAC.

Figura 29.

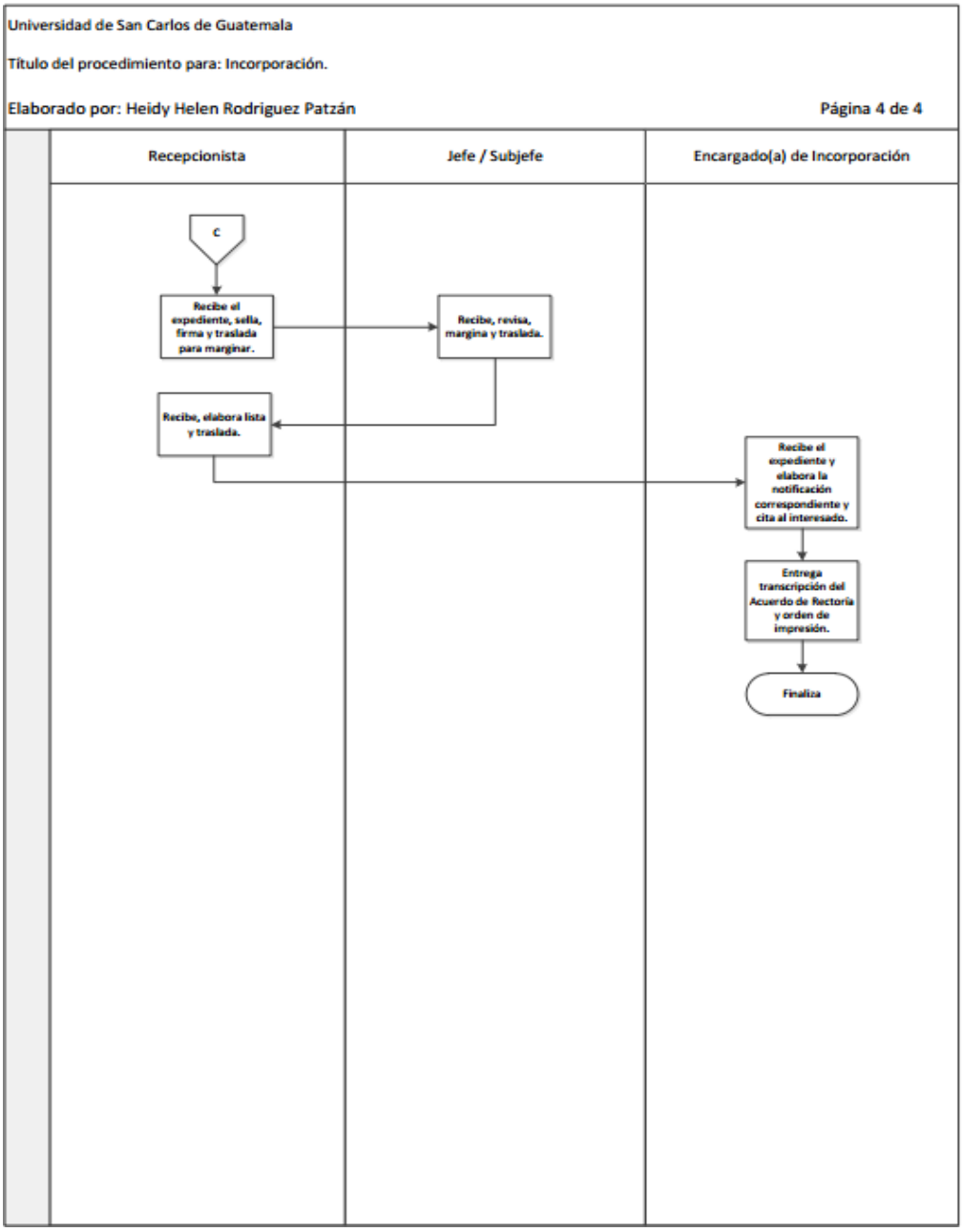
Flujo de un expediente (Parte 3)



Nota. Se presenta la tercera parte del flujo de un expediente. Obtenido de H. Rodríguez (2014), *Diagrama de flujo de una gestión de incorporación*. p. (12) USAC.

Figura 30.

Flujo de un expediente (Parte 4)



Nota. Se presenta la cuarte parte del flujo de un expediente. Obtenido de H. Rodriguez (2014), *Diagrama de flujo de una gestión de incorporación.* p. (13) USAC.

CONCLUSIONES

1. Durante la realización de este sistema se logró simplificar distintas etapas del proceso adecuándose al manual de normas y procedimientos del Departamento de Registro y Estadística, es decir, que muchos pasos realizados en forma manual y monótona se transformó a un clic que realiza la tarea en segundos

2. Los usuarios interesados podrán consultar en su usuario como el avance de su expediente y las ampliaciones necesarias, sin la necesidad de comunicarse por distintos medios a Incorporaciones.

3. El procesamiento automático de los documentos en PDF proporciona una reducción en el tiempo de procesado de los documentos, los documentos necesitan ser foliados para tener un control riguroso dentro de las distintas dependencias, este proceso es arduo cuando existen programas de estudios con 500 páginas o más, el sistema realiza en un proceso de segundo plano estas tareas para certificar la fluidez del hilo principal.

4. El sistema contiene un módulo que se denomina como llenado de formularios manuales, este módulo se utiliza cuando se necesita digitalizar un expediente, añadiendo la información inicial del proceso, después adjuntando los documentos físicos escaneados generados en las distintas dependencias del proceso.

5. Durante la toma de requerimientos del este proyecto se plasmó la inquietud de un directorio de universidades y carreras que pueden ser incorporadas en el sistema de educación superior, este sistema contempla las más de 18,000 universidades a nivel internacional que la Universidad de San Carlos de Guatemala puede incorporar realizando la correcta evaluación de los títulos.

6. En todas las acciones realizadas dentro del sistema se les registra a los usuarios administrativos las acciones que realiza, obteniendo un historial sobre expediente y sobre usuario individual.

RECOMENDACIONES

1. Según el manual de normas y procedimientos de Registro y Estadística los pasos a los que se puede someter un expediente tienden a ser largos si es que la incorporación así lo requiere, por lo tanto, es recomendable que a los diversos usuarios que intervengan en el desarrollo y mantenimiento del sistema se debe procurar la simplificación y automatización del sistema en el curso natural del expediente dentro del sistema.

2. Dentro del núcleo del sistema se implementaron técnicas para modularizar distintas acciones para evitar la duplicidad del código, de ser necesaria la ampliación del sistema se deben conservar los paradigmas de programación usados en el sistema para garantizar un desarrollo ágil y seguro.

3. Al ser un sistema que lleva el control administrativo de los usuarios incorporados la base de datos escogida es del paradigma relacional, es decir, que siempre priorizará la integridad de los datos y no la velocidad de entrega de estos, por lo tanto, el modelo relacional se debe conservar para proteger la integridad de los datos almacenados.

4. Las acciones que cualquier usuario realiza dentro del sistema se manejan bajo un concepto de responsabilidad mínima, es decir, que el usuario administrativo solo podrá realizar determinadas acciones si el expediente en cuestión se lo permite y si tiene los permisos y la jerarquía necesaria, de ser necesario agregar más funcionalidades internar, se debe manejar bajo el mismo concepto todas las nuevas funcionalidades.

ANEXOS

Anexo 1.

Formulario de Incorporación

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

SOLICITUD DE
INCORPORACIÓN

FORM.RYE.01/ EXPEDIENTE No. _____

DATOS GENERALES

Nombres: _____

Apellidos: _____

fotografía reciente

Teléfono: _____ Celular: _____

Correo electrónico: _____

Dirección: _____

Lugar y fecha de nacimiento: _____

Nacionalidad: _____

ESTUDIOS REALIZADOS EN EL EXTRANJERO

País: _____

Institución en dónde se graduó: _____

Título Profesional obtenido: _____

Años de duración de los estudios: _____

Número de cursos aprobados: _____

Indique la opción de incorporación que desea elegir:
( ) Examen de incorporación
( ) Efectuar un año de servicio social o el equivalente a 1,600 horas de servicio

Observaciones:
_____
_____

FIRMA

Nota. Formulario de solicitud de incorporación. Obtenido de Registro y Estadística USAC (2022) *Menú de incorporaciones, apartado de descarga de formularios.* (https://portalregistro.usac.edu.gt/formulario_incorporado), consultado el 4 de agosto de 2023. De dominio público.

Anexo 2.

Formulario de solicitud para ejercer profesión universitaria

USAC TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

SOLICITUD DE
AUTORIZACIÓN PARA EJERCER PROFESIÓN UNIVERSITARIA

FORM.RYE.02/ EXPEDIENTE No. _____

DATOS GENERALES

fotografía reciente

Nombres: _____

Apellidos: _____

Teléfono: _____ Celular: _____

Correo electrónico: _____

Dirección: _____

Lugar y fecha de nacimiento: _____

Nacionalidad: _____

ESTUDIOS REALIZADOS EN EL EXTRANJERO

País: _____

Institución de dónde se graduó: _____

Título Profesional obtenido: _____

Años de duración de los estudios: _____

Número de cursos: _____

Observaciones:

_____

_____

FIRMA

Nota. Formulario de solicitud ejercer profesión universitaria en Guatemala. Obtenido de Registro y Estadística USAC (2022) *Menú de Incorporaciones, apartado de descarga de formularios.* (https://portalregistro.usac.edu.gt/formulario_incorporado), consultado el 4 de agosto de 2023. De dominio público.

Anexo 3.

Formulario de reconocimiento de estudios de postgrado

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

SOLICITUD DE
RECONOCIMIENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

FORM.RYE.05/ EXPEDIENTE No. _____

DATOS GENERALES

fotografía reciente

Nombres: _____

Apellidos: _____

Teléfono: _____ Celular: _____

Correo electrónico: _____

Dirección: _____

Lugar y fecha de nacimiento: _____

Nacionalidad: _____

Título profesional a nivel grado (licenciatura):

_____

Número y fecha de Registro:_____

ESTUDIOS REALIZADOS EN EL EXTRANJERO

País: _____

Institución de dónde se graduó: _____

Título Profesional obtenido:_____

Años de duración de los estudios: _____

Número de cursos: _____

Reconocimiento de Postgrado:

( ) Doctorado
( ) Maestría
( ) Especialidad

Observaciones:

_____

_____

FIRMA

Nota. Formulario de reconocimiento estudios de postgrado en Guatemala. Obtenido de Registro y Estadística USAC (2022) *Menú de incorporaciones, apartado de descarga de formularios.* (https://portalregistro.usac.edu.gt/formulario_incorporado), consultado el 4 de agosto de 2023. De dominio público.

Anexo 4.

Formulario de solicitud de reconocimiento especialidad médica

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

SOLICITUD DE
RECONOCIMIENTO DE
ESPECIALIDAD MÉDICA

FORM.RYE.05/ EXPEDIENTE No. _____

DATOS GENERALES

Nombres: _____

Apellidos: _____

fotografía reciente

Teléfono: _____ Celular: _____

Correo electrónico: _____

Dirección: _____

Lugar y fecha de nacimiento: _____

Nacionalidad: _____

Título profesional a nivel grado (licenciatura):
_____

Número y fecha de Registro:_____

ESTUDIOS REALIZADOS EN EL EXTRANJERO

País: _____

Institución de dónde se graduó: _____

Título Profesional obtenido: _____

Años de duración de los estudios: _____

Número de cursos: _____

Reconocimiento de Especialidad Médica:
( ) Programa Nacional
( ) Programa Extranjero

Observaciones:
_____
_____

FIRMA

Nota. Formulario solicitud de reconocimiento de especialidad médica en Guatemala. Obtenido de Registro y Estadística USAC (2022) *Menú de Incorporaciones, apartado de descarga de formularios.* (https://portalregistro.usac.edu.gt/formulario_incorporado), consultado el 4 de agosto de 2023. De dominio público.

Anexo 5.

Formulario de solicitud de reconocimiento de estudios profesores USAC

USAC TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

SOLICITUD DE
RECONOCIMIENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO A PROFESORES QUE PRESTAN SERVICIOS EN LA USAC

FORM.IRYE.04/ EXPEDIENTE No. _____

DATOS GENERALES

fotografía reciente

Nombres: _____

Apellidos: _____

Teléfono: _____ Celular: _____

Correo electrónico: _____

Dirección: _____

Lugar y fecha de nacimiento: _____

Nacionalidad: _____

Título profesional a nivel grado (licenciatura):
_____

Número y fecha de Registro:_____

ESTUDIOS REALIZADOS EN EL EXTRANJERO

País: _____

Institución de dónde se graduó: _____

Título Profesional obtenido:_____

Años de duración de los estudios: _____

Número de cursos: _____

Reconocimiento de Postgrado

( ) Doctorado
( ) Maestría
( ) Especialidad

Observaciones:
_____
_____

FIRMA

Nota. Formulario solicitud de reconocimiento de estudios profesores USAC. Obtenido de Registro y Estadística USAC (2022) *Menú de incorporaciones, apartado de descarga de formularios.* (https://portalregistro.usac.edu.gt/formulario_incorporado), consultado el 4 de agosto de 2023.

Anexo 6.

Formulario de solicitud registro de diploma postgrado

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

SOLICITUD DE
REGISTRO DE DIPLOMA O
CONSTANCIA DE GRADO

FORM.RYE.06/ EXPEDIENTE No. _____

DATOS GENERALES

Nombres: _____

fotografía reciente

Apellidos: _____

Teléfono: _____ Celular: _____

Correo electrónico: _____

Dirección: _____

Lugar y fecha de nacimiento: _____

Nacionalidad: _____

Título profesional a nivel grado (licenciatura):

_____

Número y fecha de Registro:_____

ESTUDIOS REALIZADOS EN EL EXTRANJERO

País: _____

Institución de dónde se graduó: _____

Título Profesional obtenido:_____

Años de duración de los estudios: _____

Número de cursos: _____

Reconocimiento de Especialidad Médica:

( ) Doctorado
( ) Maestría
( ) Especialidad

Observaciones:

_____
_____

FIRMA

Nota. Formulario solicitud de registro o constancia de diploma postgrado. Obtenido de Registro y Estadística USAC (2022) Menú de incorporaciones, apartado de descarga de formularios. (https://portalregistro.usac.edu.gt/formulario_incorporado), consultado el 4 de agosto de 2023. De dominio público.