DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE UN APLICATIVO WEB PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE APLICACIONES Y LA ASISTENCIA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE PUESTA EN MARCHA DE APLICACIONES EN ENTORNOS CORPORATIVOS: CASO DE ESTUDIO EN ECOPETROL

SLB Surenco



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Autor
Francisco Javier Velásquez Martínez

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad de Ingeniería
Ingeniería de Sistemas

Bogotá D.C. febrero, 2025

DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE UN APLICATIVO WEB PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE APLICACIONES Y LA ASISTENCIA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE PUESTA EN MARCHA DE APLICACIONES EN ENTORNOS CORPORATIVOS: CASO DE ESTUDIO EN ECOPETROL

SLB Surenco



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Autor
Francisco Javier Velásquez Martínez
20192020061
fjvelasquezm@udistrital.edu.co

INFORME FINAL DE PASANTÍA

Presentado para optar al título de: Ingeniero de Sistemas

Director Interno
Santiago Salazar Fajardo

Director Externo
Nilson Santamaria Guiza, AOSM Service Delivery Manager

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad de Ingeniería
Ingeniería de Sistemas
Bogotá D.C. Febrero, 2025

Dedicatoria

A mis padres y hermanos por su amor y soporte incondicional, por los consejos dados y las enseñanzas que me ayudaron mas que formarme como profesional a formarme como persona.

A mis profesores quienes con su guía y conocimiento me inspiraron a seguir este camino.

A mis amigos y compañeros que siempre me dieron una ayuda cuando no tenia a quien acudir, y me enseñaron a que existe mas de un camino para encontrar la solución a un problema.

Al equipo de AOSM de SLB quienes me abrieron las puertas de su equipo, me acogieron de la mejor forma y estuvieron dispuestos a ayudarme en esta pasantía.

Índice

Dedicatoria 1
Índice 2
Índice de Figuras 3
Índice de Anexos 5
Glosario 6
Resumen 8
1. Introducción 9
2. Presentación de la Empresa 10
3. Planteamiento del problema en la Empresa 11
4. Justificación 12
5. Objetivos 13
5.1. Objetivo General 13
5.2. Objetivos específicos 13
6. Antecedentes y Marco de referencia 14
7. Plan de trabajo 17
7.1. Fase 1: Planificación y análisis 17
7.2. Fase 2: Diseño 18
7.3. Fase 3: Desarrollo 19
7.4. Fase 4: Pruebas y documentación 21
7.5. Fase 5: Despliegue y evaluación: 21
8. Resultados 23
8.1. Definir requerimientos funcionales y no funcionales 23
8.2. Diseñar y desarrollar una interfaz de usuario intuitiva y un flujo de descarga optimizado para minimizar en un 57% la intervención del equipo AOSM. 25
8.3. Integrar el aplicativo web con los componentes existentes asegurando una interoperabilidad completa mediante pruebas de integración 36
8.4. Implementar una versión de prueba del aplicativo web en un entorno de producción y someterlo a evaluación, con el fin de demostrar su viabilidad para ser utilizado en Ecopetrol. 41
9. Conclusiones y Recomendaciones 46
10. Referencias 47
11. Anexos 49

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama Gantt de actividades realizadas con sus fases (elaboración propia)..... 17
Figura 2 Diagrama inicial BPMN (elaboración propia)..... 25
Figura 3 Arquitectura SLBAPPS (elaboración propia)..... 26
Figura 4 Diagrama de Casos de Uso (elaboración propia)..... 27
Figura 5 Diagrama de componentes (elaboración propia) 28
Figura 6 Diagrama de actividades "Asignación y Desvinculación de Aplicaciones" (elaboración propia)..... 29
Figura 7 Diagrama de Actividades "Descarga y Puesta en Marcha de Aplicaciones" (elaboración propia)..... 29
Figura 8 Diagrama de Base de Datos (elaboración propia)..... 30
Figura 9 Vista "Inicio de Sesión" (elaboración propia)..... 31
Figura 10 Vista "Buscar y Registrar" (elaboracion propia)..... 32
Figura 11 Vista "Asignar Aplicaciones" (elaboracion propia)..... 33
Figura 12 Vista "Desvincular Aplicaciones" (elaboración propia) 33
Figura 13 Vista "Visualización de Aplicaciones" (elaboración propia)..... 34
Figura 14 Vista inicial Script de Instalación (elaboración propia)..... 35
Figura 15 Diagrama final BPMN (elaboracion propia)..... 36
Figura 16 Autenticación Microsoft (elaboración propia)..... 37
Figura 17 Tentant en plataforma Azure..... 38
Figura 18 Conexión Directorio Activo (elaboración propia) 38
Figura 19 Reunión vía Teams explicación de scripts iniciales de instalación (elaboración propia) 39
Figura 20 Interfaz de script entregada como recurso inicial (elaboración propia)..... 39
Figura 21 Evidencia pruebas unitarias e integrales (elaboración propia)..... 41
Figura 22 Evidencia Prueba con usuario Ecopetrol 42
Figura 23 Evidencia primera capacitación equipo AOSM..... 43
Figura 24 Resultados preguntas de viabilidad SLBAPPS #1 (elaboración propia) 44
Figura 25 Resultados formulario de viabilidad SLBAPPS #2 (elaboración propia)..... 44

Índice de Tablas

Tabla 1 Plantilla requerimientos funcionales y no funcionales 23
Tabla 2 Ejemplo de requerimiento RF02: Búsqueda y Registro 24
Tabla 3 Plantilla de pruebas (elaboración propia) 40

Índice de Anexos

Anexo A Resultado sección funcionalidad encuesta de viabilidad (elaboración propia) 49
Anexo B Resultado sección rendimiento encuesta de viabilidad (elaboración propia) 49
Anexo C Resultado sección usabilidad encuesta de viabilidad (elaboración propia)..... 50
Anexo D Resultado sección seguridad encuesta de viabilidad (elaboración propia)..... 50

Glosario

Concepto	Explicación breve y detallada del concepto
Sistematización	Proceso de organizar y analizar información o experiencias para obtener aprendizajes y facilitar su comprensión.
Automatización	Uso de tecnología para realizar tareas repetitivas sin intervención manual.
Interoperabilidad	Capacidad de diferentes sistemas o aplicaciones para comunicarse y trabajar juntos eficazmente.
Microsoft Entra ID	Plataforma de autenticación y gestión de identidades en la nube de Microsoft.
Puesta en marcha	Proceso de instalación y configuración de una aplicación para su uso.
Ticket	Solicitud formal o incidente registrado en un sistema para su seguimiento y resolución.
Puesto digital	Máquina virtual de Azure proporcionada a los empleados o contratistas de ECOPETROL
Aplicaciones petrotécnicas	Software especializado utilizado en la industria del petróleo para análisis, gestión, y operación técnica.
Aplicativo web	Sistema o aplicación accesible a través de un navegador web, diseñado para realizar funciones específicas.
Directorio Activo	Servicio de Microsoft que organiza y proporciona acceso a información de usuarios y recursos en una red.

Lista de Abreviaturas y Siglas

Sigla/Abreviatura	Significado
ECOPETROL	Empresa Colombiana de Petróleos
SLB	Schlumberger (Compañía de servicios petroleros)
AOSM	Administración, Operación, Soporte y Mantenimiento de aplicaciones
UML	Unified Modeling Language (lenguaje unificado de modelado)
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol

Resumen

El equipo de AOSM perteneciente al área de Digital & Integration de la empresa SLB brinda sus servicios sobre las aplicaciones propias de la compañía a la empresa ECOPETROL, existe un grupo de aplicaciones petrotécnicas las cuales operan de forma local en los puestos digitales de los empleados o contratistas. El primer contacto del usuario y la aplicación es la solicitud de su acceso.

Una vez llega la solicitud al equipo de AOSM se designa un ingeniero el cual gestiona el ticket, se comunica con el usuario, se reúne con él, hace la instalación de la aplicación y configura la licencia. Actualmente el equipo de AOSM presenta inconvenientes por la falta de recursos humanos y el proceso de puesta en marcha de estas aplicaciones, aunque es un proceso sencillo para un ingeniero es una tarea diaria. Cada solicitud puede demorar horas, días e incluso semanas, esto por diferentes factores, el principal: la disponibilidad del usuario y del ingeniero.

Para solucionar este problema se opta por la sistematización y automatización de la puesta en marcha de aplicaciones petrotécnicas y para ellos se hace usos de un aplicativo web como herramienta integradora, la cual ahorrará tiempo e intervención por parte de los ingenieros para que a su vez puedan asignar su productividad en otros campos de su trabajo y formación.

El aplicativo web cuenta con manuales, diagramas y guías que ayudan a todos los usuarios, a este se integra, la autenticación Microsoft, el Directorio Activo de ECOPETROL y los scripts de instalación dando como resultado un flujo de trabajo probado y avalado según su funcionalidad, rendimiento, usabilidad, seguridad y viabilidad por el equipo de AOSM.

Palabras claves: Automatización, Sistematización, Puesta en Marcha, Integración, Aplicativo web

1. Introducción

El equipo de Administración, Operación y Soporte de Aplicaciones (AOSM) de SLB desempeña un papel crítico en el soporte técnico de las aplicaciones petrotécnicas utilizadas por ECOPETROL. Entre sus responsabilidades se incluyen la gestión de infraestructura, servidores, bases de datos, licencias, planes de recuperación y soporte técnico 24/7, entre otras tareas tanto técnicas como administrativas. Sin embargo, con un equipo reducido de cuatro ingenieros, un líder técnico, una líder administrativa y un Project Manager, la carga de trabajo es significativa, lo que ha llevado a la necesidad de optimizar y automatizar procesos repetitivos para mejorar la eficiencia operativa.

Uno de los procesos más recurrentes y demandantes es la puesta en marcha de aplicaciones en los puestos digitales de los usuarios. Este proceso, que inicia con la generación de un ticket por parte del usuario, requiere la intervención manual de un ingeniero para coordinar reuniones, realizar instalaciones y garantizar que se cumplan los procedimientos establecidos. Sin embargo, factores como la disponibilidad del ingeniero, la coordinación con el usuario, los errores humanos y los bloqueos de permisos generan retrasos significativos, afectando los tiempos de respuesta y la productividad del equipo.

Ante esta situación, y considerando que la contratación de más personal no es una opción viable debido a restricciones económicas, surge la necesidad de implementar una solución tecnológica que automatice y sistematice este proceso. Este proyecto propone el desarrollo de una plataforma web que integre componentes clave como el Directorio Activo, los servidores de licencias y los scripts de instalación. La herramienta tecnológica central será un aplicativo web con vistas intuitivas y funcionales, diseñado para gestionar errores de manera eficiente, ser escalable y operar exclusivamente dentro de la red de ECOPETROL. Contará con su propia base de datos y deberá ser aprobado por el equipo de AOSM para garantizar que cumpla con los estándares de seguridad y funcionalidad requeridos. El objetivo principal es sistematizar y automatizar la puesta en marcha de aplicaciones petrotécnicas en los puestos digitales, reduciendo la intervención manual y optimizando los tiempos de respuesta.

Los beneficios esperados de esta solución incluyen la reducción del tiempo de resolución de tickets de acceso, la disminución de errores humanos, la mejora en la seguridad y el cumplimiento de normativas, y la liberación de tiempo para que el equipo de AOSM pueda enfocarse en tareas de mayor valor agregado. Además, la plataforma estará diseñada para ser intuitiva, escalable y operar exclusivamente dentro de la red de ECOPETROL, asegurando su alineación con los estándares de seguridad y las necesidades del cliente.

En este documento se presenta el planteamiento del proyecto, comenzando con una descripción de la empresa y los objetivos propuestos. Se detalla la justificación del proyecto, los antecedentes que respaldan su importancia, el plan de trabajo con las tareas a realizar, los resultados obtenidos con su respectiva evidencia, y finalmente, las conclusiones y recomendaciones derivadas de la implementación.

2. Presentación de la Empresa

La empresa en la cual se desarrolló esta pasantía es SLB Surenco, anteriormente conocida como Schlumberger Surenco Colombia, una compañía líder a nivel global en la prestación de servicios y soluciones tecnológicas para la industria de hidrocarburos y energía. El objeto social principal de SLB Surenco es la prestación de servicios y soluciones integrales para la industria de hidrocarburos y energética, lo que incluye la implementación de soluciones digitales y tecnológicas avanzadas. La empresa realiza actividades relacionadas con la exploración, perforación, producción y optimización de recursos energéticos, tanto en Colombia como en el exterior, siempre con un enfoque en la innovación y la sostenibilidad.

SLB, fundada en 1926, tiene una larga trayectoria como pionera en innovación tecnológica para la industria energética. A lo largo de su historia, la empresa ha evolucionado para adaptarse a los cambios del sector, incorporando soluciones digitales y sostenibles que permiten a sus clientes operar de manera más eficiente y responsable. En Colombia, SLB ha estado presente por décadas, contribuyendo al desarrollo del sector energético nacional con tecnología de vanguardia y un compromiso con la responsabilidad ambiental. La misión de SLB es brindar soluciones tecnológicas y servicios innovadores que permitan a sus clientes maximizar la eficiencia operativa, reducir costos y optimizar la producción de energía, siempre con un enfoque en la sostenibilidad. Su visión es ser reconocida como la empresa líder en soluciones digitales y tecnológicas para la industria energética, impulsando la transición hacia energías más limpias y sostenibles, mientras mantiene su compromiso con la excelencia operativa y la innovación constante.

SLB Surenco cuenta con una estructura organizacional que incluye áreas especializadas en ingeniería, tecnología, operaciones y administración. Entre estas áreas se destacan equipos dedicados a la exploración, producción, digitalización, integración de soluciones y soporte técnico, todos trabajando de manera coordinada para cumplir con los objetivos estratégicos de la empresa. Dentro de esta estructura, el desarrollo de esta pasantía se llevó a cabo en el área de Digital & Integration, un grupo estratégico que se enfoca en la implementación de soluciones digitales y tecnológicas para optimizar los procesos operativos de la industria energética. Este equipo es responsable de integrar tecnologías avanzadas, como inteligencia artificial, análisis de datos y automatización, para mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos de los clientes. En particular, el proyecto se centró en el equipo de Administración, Operación, Soporte y Administración de Aplicaciones (AOSM), el cual brinda soporte técnico y gestiona las aplicaciones petrotécnicas utilizadas por clientes como ECOPETROL, asegurando su correcto funcionamiento y disponibilidad.

3. Planteamiento del problema en la Empresa

El equipo de Administración, Operación y Soporte de Aplicaciones (AOSM) de SLB proporciona servicios de gestión y soporte para las aplicaciones petrotécnicas utilizadas por ECOPETROL. Estas aplicaciones se dividen en dos grupos: aquellas alojadas en servidores, a las cuales varios usuarios acceden de manera remota a la misma maquina y aquellas implementadas localmente en los puestos digitales de los usuarios. Este proyecto se enfoca en el segundo grupo, donde el proceso actual de puesta en marcha de aplicaciones locales es poco eficiente, propenso a errores y requiere múltiples interacciones manuales, lo que genera demoras significativas y una experiencia desfavorable tanto para los usuarios como para el equipo AOSM.

El proceso comienza con la solicitud del usuario de ECOPETROL, quien genera un ticket que es recibido por el equipo AOSM. Posteriormente, la tarea es asignada a un ingeniero, quien debe coordinar una reunión con el usuario para llevar a cabo la instalación. Esta coordinación, generalmente realizada por correo electrónico, es tediosa e ineficiente debido a las limitaciones de tiempo de ambas partes y al riesgo de omisiones o errores en la gestión de los correos o en la descripción de la solicitud. Además, en ocasiones los permisos proporcionados por ECOPETROL al equipo AOSM son bloqueados, lo que interrumpe el flujo de trabajo y genera retrasos adicionales.

Otro desafío importante es que la puesta en marcha manual de las aplicaciones está sujeta a errores humanos, lo que incrementa el tiempo necesario para completar el proceso. Si la cita programada no se cumple, la comunicación por correo electrónico debe reiniciarse, prolongando aún más el tiempo de implementación. En resumen, el proceso actual es poco eficiente, susceptible a errores y depende en gran medida de la intervención manual, lo que ocasiona demoras importantes y una experiencia poco favorable para los usuarios y el equipo de soporte.

Este escenario destaca la necesidad de contar con un sistema que mejore la administración de aplicaciones y simplifique el proceso de implementación, reduciendo los plazos y minimizando los errores humanos. La automatización de este proceso no solo optimizaría los tiempos operativos, sino que también mejoraría la experiencia del usuario y permitiría al equipo AOSM enfocarse en tareas de mayor valor agregado.

4. Justificación

El desarrollo del aplicativo, junto con su integración e implementación, tendrá un impacto significativo en varios aspectos clave del proceso de puesta en marcha de aplicaciones petrotécnicas. Estos beneficios se resumen en los siguientes puntos:

Optimización de Tiempos Operativos
La automatización del proceso de puesta en marcha de aplicaciones a través de una plataforma web permitirá ejecutar tareas repetitivas de manera eficiente y consistente. Actualmente, el proceso manual desde la recepción del ticket hasta su cierre puede tomar entre 30 minutos y 2 días con 8 horas de trabajo. Con el aplicativo, se espera reducir este tiempo a solo 6 o 10 minutos por ticket, lo que agilizará significativamente la resolución de solicitudes y mejorará la productividad del equipo.

Reducción de Procesos Operativos
En el proceso actual, el ingeniero de soporte debe intervenir en 8 de las 10 actividades (ideales) necesarias para resolver un ticket. Sin embargo, las actividades que requieren menos intervención son las que más tiempo consumen. Con el aplicativo, se plantea reducir las intervenciones del ingeniero a solo 3 actividades, permitiéndole enfocarse en tareas más estratégicas y aumentando su productividad general.

Reducción de Errores y Aumento de Precisión
El sistema automatizado garantizará que las aplicaciones se instalen siguiendo configuraciones estandarizadas, lo que disminuirá significativamente la probabilidad de errores humanos. Actualmente, 1 de cada 5 tickets resueltos presenta fallas debido a errores en la configuración, falta de espacio o herramientas insuficientes. Con el aplicativo, se espera reducir estas fallas en un 50%, mejorando la integridad del entorno digital y minimizando los riesgos asociados a configuraciones incorrectas.

Mejora en la Seguridad y el Cumplimiento
La plataforma incorporará medidas de seguridad robustas para proteger los datos y asegurar que solo aplicaciones aprobadas sean instaladas. Esto no solo mejorará la seguridad general del sistema, sino que también reducirá el riesgo de brechas de seguridad y problemas de conformidad, garantizando que el proceso cumpla con los estándares requeridos por ECOPETROL.

Satisfacción del Usuario y Experiencia de Instalación
La implementación de una plataforma intuitiva y fácil de usar mejorará la experiencia del usuario final. Los empleados de ECOPETROL podrán disfrutar de un lanzamiento rápido y sin complicaciones de las aplicaciones, lo que aumentará su satisfacción y mejorará su productividad. Una experiencia de usuario más fluida también contribuirá a elevar la moral del personal y a fortalecer la relación entre SLB y ECOPETROL.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Desarrollar un aplicativo web que sistematice la gestión de aplicaciones y apoye el proceso de automatización en la puesta en marcha de aplicaciones en entornos corporativos, minimizando la intervención manual del equipo AOSM de SLB y mejorando la eficiencia.

5.2. Objetivos específicos

1. Definir los requerimientos funcionales y no funcionales del aplicativo web, que detalle las características necesarias para satisfacer las necesidades del equipo AOSM y los usuarios finales, asegurando la cobertura de aspectos como funcionalidad, rendimiento, usabilidad y seguridad

2. Diseñar y desarrollar una interfaz de usuario intuitiva y un flujo de descarga optimizado para minimizar en un 57% la intervención del equipo AOSM.

3. Integrar el aplicativo web con los componentes existentes, asegurando una interoperabilidad completa mediante pruebas de integración que verifiquen la comunicación y el funcionamiento conjunto con los sistemas actuales.

4. Implementar una versión de prueba del aplicativo web en un entorno de producción y someterlo a evaluación, con el fin de demostrar su viabilidad para ser utilizado en Ecopetrol.

6. Antecedentes y Marco de referencia

La automatización de procesos, especialmente en el contexto de la gestión de sistemas tecnológicos, se ha convertido en una estrategia crítica para optimizar las operaciones organizacionales (Castro, 2020). En el ámbito específico de la administración de aplicaciones corporativas, la automatización emerge como una solución fundamental para reducir la carga de trabajo manual y minimizar errores en procesos repetitivos.

En entornos empresariales complejos como Ecopetrol, la gestión de aplicaciones representa un desafío significativo para los equipos de Administración y Operación de Sistemas y Mantenimiento (AOSM). La implementación de sistemas de automatización se presenta como una respuesta estratégica para abordar las ineficiencias operativas (Campoverde & Valencia, 2022).

La metodología de Gestión de Procesos de Negocio (BPM) resulta especialmente relevante en este contexto. Según Campoverde y Valencia (2022), BPM permite a las organizaciones combinar tecnología de información con gestión operativa, optimizando los procesos administrativos y fomentando entornos de trabajo más ágiles e innovadores.

Para sistemas de gestión de aplicaciones, la automatización ofrece beneficios críticos:

- Reducción de tiempos de implementación
- Disminución de errores humanos
- Mejora en la experiencia del usuario final
- Optimización de recursos tecnológicos y humanos

La integración de tecnologías como APIs, sistemas de autenticación (como Microsoft Entra ID) y herramientas de automatización permite transformar procesos tradicionalmente manuales en sistemas más eficientes y escalables (Castro, 2020). Este enfoque no solo optimiza los recursos tecnológicos, sino que también libera al personal para que se enfoque en tareas de mayor valor estratégico.

En el contexto específico de proyectos de sistematización corporativa, la automatización se convierte en un elemento diferenciador. Un estudio realizado en una universidad ecuatoriana demostró que la adopción de sistemas BPM puede simplificar significativamente los procesos administrativos (Campoverde & Valencia, 2022), lo que se alinea directamente con los objetivos del presente proyecto de reducir la intervención del equipo AOSM en un 57% y agilizar tareas de gestión de aplicaciones.

En sectores industriales, como la minería, la optimización de procesos es crucial para mantener la competitividad. Un proyecto que automatiza la gestión de proveedores en una empresa minera, a pesar de contar con un robusto sistema ERP, ilustra la necesidad de integrar plataformas adicionales que mejoren la agilidad de los procedimientos. La automatización de estos procesos no solo reduce tareas administrativas, sino que también transforma dinámicas laborales, mejorando la competitividad de la industria (Principe & Hoyos, 2023). De igual manera, en el sector de seguros,

"Pacífico Seguros" ha buscado optimizar su subproceso de "Emisión" mediante la implementación de software de Automatización de Procesos Robóticos (RPA). Este enfoque no solo disminuye el tiempo de atención, sino que libera recursos para tareas de mayor valor, alineándose con la misión de ofrecer un servicio más ágil y efectivo (Mori & Gonzales, 2021). En la industria de la construcción en Colombia, la integración de metodologías de gestión y herramientas tecnológicas ha transformado la elaboración y control de presupuestos, mejorando la sostenibilidad y la comunicación entre departamentos (Ruge, 2024).

La automatización de procesos está transformando profundamente las dinámicas laborales y operativas, y este proyecto busca aplicar estos principios para optimizar la gestión de aplicaciones en un entorno corporativo. Según Molina y Altamirano (2023), la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y herramientas digitales ha generado un cambio en las habilidades requeridas, promoviendo nuevas oportunidades laborales. En este caso, el aplicativo automatiza tareas repetitivas del equipo AOSM, permitiéndoles redirigir sus esfuerzos hacia actividades estratégicas y de mayor impacto.

Por otro lado, Nava y Naspleda (2020) destacan la importancia de implementar soluciones tecnológicas que no solo mejoren las condiciones laborales, sino que también consideren la capacitación continua. Este proyecto incorpora este enfoque al ofrecer un sistema que reduce la carga operativa sin desplazar a los trabajadores, manteniendo su participación en tareas clave y asegurando una transición gradual hacia un modelo más automatizado. Como señala López (2020), es esencial equilibrar la automatización con el trabajo humano para fomentar un desarrollo sostenible. Este aplicativo no solo optimiza los flujos de trabajo, sino que también mejora la coordinación y reduce el tiempo necesario para completar tareas críticas, como la puesta en marcha de aplicaciones, promoviendo un entorno donde las herramientas tecnológicas complementan el desempeño humano en lugar de reemplazarlo.

En el ámbito de la ingeniería en sistemas, el desarrollo de aplicaciones web se ha consolidado como una estrategia fundamental para la automatización de procesos. La implementación de entornos de integración y entrega continua (CI/CD) permite optimizar flujos de trabajo, reducir errores y agilizar las entregas. Esto resulta especialmente relevante en proyectos que buscan establecer sistemas eficientes para la gestión de aplicaciones y usuarios, como el presente caso, donde se prioriza la reducción de la intervención manual y la mejora de la experiencia del usuario. Estudios como el de Orejuela (2022) han demostrado que la adopción de estas herramientas promueve metodologías escalables y mejora la eficiencia operativa.

Por otra parte, la automatización no solo impacta en la calidad del software, sino también en la colaboración entre equipos de desarrollo, permitiendo validar cambios de manera rápida y confiable. El uso de herramientas como Terraform, Ansible y Jenkins ha evidenciado su eficacia en la gestión de recursos tecnológicos, proporcionando entornos más estables y adaptativos (Duque, 2024).

Asimismo, la automatización ha demostrado ser beneficiosa en diversos sectores. Por ejemplo, el caso de Vilaró Restaurante Teatro Show, que optimizó su proceso de venta de boletos mediante una solución automatizada, destaca cómo estas tecnologías pueden mejorar la gestión

administrativa y facilitar la toma de decisiones (Cádiz, 2023). De manera similar, el proyecto UPMGo aborda problemas como la contaminación al implementar sistemas que promueven el carpooling y optimizan recursos (Falconi Tamayo, 2021).

7. Plan de trabajo

Teniendo claros los objetivos de la pasantía se inicia a fórmulas las actividades que nos permitirán llegar a solucionarlos de la mejor manera, para ello se dividen tanto en semanas como en fases, esto con el fin de ir semana tras semana dando un análisis, por si llegaban a haber retrasos o por si alguna actividad no se había desarrollado. En un inicio se planteaba que cada fase resolviera un objetivo, pero había actividades en la fase 2 que solucionaban el objetivo 3 así que para este apartado las dividiremos en las fases mostradas en la Figura 1.

ACTIVIDAD	SEMANA											FASES
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Examinar flujo de trabajo actual para el lanzamiento de aplicaciones en AOSM.												1
Tener conocimiento técnico y funcional del lanzamiento de aplicaciones AOSM												
Proponer, contemplar y evaluar nuevos procesos o flujos de trabajo.												
Definir los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.												
Establecer las políticas de seguridad y acceso para las descargas.												
Diseñar la arquitectura de la aplicación web.												2
Crear diagramas UML.												
Definir las tecnologías a utilizar.												
Implementar una interfaz de administración.												3
Implementar una interfaz para los usuarios.												
Integrar un sistema de autenticación para limitar el acceso a usuarios autorizados.												
Integrar el aplicativo web con el Directorio Activo y con el script de instalación.												
Configurar roles y permisos.												
Desarrollar toda la lógica funcional del aplicativo.												
Realizar pruebas unitarias y de integración.												4
Documentar el código, las configuraciones y las instrucciones para el uso del sistema.												
Crear manuales de usuario y de administración.												
Desplegar una version de prueba de la aplicación en el entorno de producción.												5
Plan para capacitar al equipo AOSM y a los usuarios clave en el uso de la página web.												
Monitorizar el sistema en sus primeras semanas de operación y realizar ajustes.												
Aplicar instrumento de precepción a los stakeholders para validar que la aplicación cumple con su propósito.												

Figura 1

Diagrama Gantt de actividades realizadas con sus fases (elaboración propia)

A continuación, explicaremos por fases, la misión de cada actividad y como se pensaba realizar teniendo en cuenta los obstáculos y las fortalezas del contexto del equipo. Se toma como ciclo de vida de software el modelo en cascada a 4 fases.

7.1. Fase 1: Planificación y análisis

- Examinar flujo de trabajo actual para el lanzamiento de aplicaciones en el equipo de AOSM: con esta actividad se da el inicio de la pasantía y del proyecto, ya se tiene claro cuál es la problemática, ahora se tiene que entender y analizar como se esta realizando el proceso el cual se quiere automatizar, quienes intervienen, que herramientas se usan, cuáles son las políticas de la resolución de los tickets de acceso, que limitaciones hay en el proceso actual, cuales son los tiempos en los que se realiza el modelo actual, en resumen cuál es su metodología para realizar las instalaciones de las aplicaciones petrotécnicas.

- Tener conocimiento técnico y funcional del lanzamiento de aplicaciones: Para esta actividad se planteó empaparse de lo descrito en la primera actividad. Acompañar a los ingenieros en su labor diaria de la puesta en marcha de las aplicaciones, tomar apuntes de los aspectos críticos, de credenciales o de rutas de acceso, hace las preguntas pertinentes para comprender por que se realiza de esa forma la tarea. No solo con acompañas basta, se necesitaba entrar en acción y realizar las instalaciones con su correspondiente configuración, donde se iban viendo diferentes errores en la transacción, de esos errores se comprendía aun mejor el flujo de trabajo. Con toda esta información se pudo crear el diagrama BPMN del flujo actual de trabajo.
- Proponer, contemplar y evaluar nuevos procesos o flujos de trabajo: Una vez entendido el problema, y comprendido el flujo para la puesta en marcha de las aplicaciones se necesitó revisar que tecnologías pueden dar solución al problema, que tecnologías se acoplan mejor al contexto y a los recursos existentes, el por qué una opción es mas viable que la otra, analizar cada pro y cada contra de cada idea de solución, esto para proponer ante el líder técnico del equipo de AOSM en la siguiente actividad. El flujo debería a simple vista verse como un proceso factible.
- Definir los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema: Se planteo organizarse con el líder técnico, analizar las ideas que posee el y las ideas que se traen de la actividad anterior, para escoger la idea que mejor pueda cumplir los requisitos. El ingeniero expreso lo que desea del producto final, la importancia de cada requerimiento y que posibles retos se avecinan con las tecnologías escogidas, se acogió cualquier solicitud y consejo dado por el ingeniero. Se deben documentar los requerimientos tanto funcionales como no funcionales, en plantillas, las cuales deben ser claras y concisas, sin oportunidad de malinterpretación, estos requerimientos se deben establecer con el líder técnico que dará su visto bueno.
- Establecer las políticas de seguridad y acceso para las descargas: Esta actividad depende de las dos primeras, ya que de ahí sacamos todas las políticas tanto de Ecopetrol como de SLB como también del propio equipo de AOSM, tener conocimientos de las credenciales que se usan para las instalaciones, la seguridad de cada puesto digital, de que manera se accede a los instaladores, si tienen alguna restricción de firewall para acceder a otras rutas dentro de la red de la empresa y cosas sencillas como los intentos fallidos antes de bloquear un usuario, todo se contempló en la misma semana de la actividad anterior para analizar si se deben o no modificar los requerimientos.

7.2.Fase 2: Diseño

- Diseñar la arquitectura de la aplicación web: En esta fase ya se debió contemplar todas las ideas y se debió establecer todas las necesidades del cliente en este caso el equipo de AOSM, una vez teniendo claro que se desea hacer, es la hora de formular como hacerlo, que herramientas usar, de que forma se deben usar, servidores, bases de datos, lenguaje de programación, integraciones con elementos existentes, cada uno es una pieza importante para que la arquitectura no se modifique de gran manera en la fase del desarrollo no llegue a ser un problema en la fase de despliegue, se establecieron las conexiones entre cada

entidad, de que forma se conectan, para ellos se usó un diagrama como herramienta principal.

- Crear diafragmas UML: Una de las herramientas mas importantes en el diseño de un software son los diagramas, en este caso bajo las normas de UML, con ellos cualquier ingeniero puede darse una idea amplia de como esta construido el software, que componentes interactúan con otros componentes y de que forma, el objetivo o la misión del software, son una guía visual para el lector. Por ello como mínimo debe existir el diagrama de componentes, diagrama de casos de uso y diagramas de actividades de los componentes más importantes.
- Definir las tecnologías a utilizar: Una vez definidos los diagramas, que no estaban ligados a ninguna tecnología específica, era necesario seleccionar aquellas que mejor se adaptaran al contexto del equipo de AOSM. La elección debía cumplir con varios criterios: ser económicamente accesible, comprensible y familiar para el equipo, y adecuada para el entorno de los puestos digitales. Por estas razones, se optó por una tecnología web basada en Python, específicamente el framework Flask, para el desarrollo del backend. Para el diseño y las funcionalidades interactivas, como las acciones de los botones, se eligió JavaScript. Las plantillas se desarrollaron en HTML, con un diseño basado en CSS y utilizando Bootstrap para garantizar un estilo responsive y moderno. En cuanto a los servidores, se buscó una tecnología fácil de usar y que se integrara bien con lo planteado, por lo que se eligió Nginx como servidor web y Gunicorn como servidor de aplicaciones, actuando como proxy inverso para facilitar la comunicación entre el aplicativo y el servidor. La tecnología seleccionada debía ser simple, escalable, de fácil mantenimiento y contar con amplia documentación. Aunque ninguna tecnología por sí sola podía cubrir todas las necesidades, era fundamental que la tecnología central pudiera integrarse fácilmente con otras herramientas. Para ello, se realizó una evaluación exhaustiva que permitió identificar la opción más adecuada para el desarrollo del proyecto.

7.3.Fase 3: Desarrollo

- Implementar una interfaz de administración: Se necesitaba crear un interfaz limpia, que su objetivo se vea a simple vista, que no le cueste entender el flujo al ingeniero que ingrese al aplicativo, para ello se desarrollaron 3 vistas exclusivas para el administrador, Búsqueda y Registro, Asignación de Aplicaciones y Desvinculación de Aplicaciones y una en conjunto con las del usuario Iniciar Sesión. Son vistas que van directamente al objetivo, tanto que es innecesario explicarlas en este apartado por que es evidente su función.
- Implementar una interfaz para los usuarios: Del mismo modo que la actividad anterior en esta se incluye la vista de inicio de sesión donde se verifican los usuarios, además una vista donde el usuario podrá ver las aplicaciones asignadas y podrá descargar la carpeta con el acceso a los scripts de instalación, también encontrará un manual de descarga que lo guía por todo el flujo de descarga y puesta en marcha de las aplicaciones.
- Integrar un sistema de autenticación para limitar el accesos a usuarios autorizados: Esta fue una tarea interesante, ya que se tenían opciones, una de ellas un sistema de registro e inicio de sesión propio de la aplicación, esto claramente llevaría tiempo y podrían haber vulnerabilidades si no se trata bien el tema de la información del usuario como las

contraseñas, era un opción pero la mas viable fue integrar el sistema de autenticación Microsoft Entra ID, para ello se debió capacitar para encontrar la forma de integrar ese sistema de autenticación con nuestro aplicativo web, este sistema nos trae el correo del usuario únicamente, y contiene todas las políticas de seguridad de Microsoft para cualquier otra aplicación de la organización.

- Integrar el aplicativo web con el Directorio Activo y con el script de instalación: Para el correcto funcionamiento del aplicativo, era fundamental establecer la comunicación con dos elementos externos: el Directorio Activo y los scripts de instalación proporcionados por la ingeniera Michelle Jaramillo. El Directorio Activo se utilizó para obtener la información del usuario al momento de su registro. Su integración resultó sencilla, ya que funcionaba de manera similar a cualquier otra conexión con una base de datos. Los datos obtenidos fueron procesados y utilizados dentro del aplicativo Flask sin mayores complicaciones. En cambio, la integración de los scripts de instalación representó un mayor desafío. Estos scripts, en su versión inicial, permitían ejecutar procesos con los permisos de un usuario específico, lo que los convertía en un componente crítico dentro del flujo de automatización. Sin ellos funcionando correctamente, el aplicativo web perdería su propósito. Por esta razón, fue necesario realizar modificaciones significativas, ajustando aproximadamente un 50% de su funcionalidad y un 100% de su diseño para garantizar su correcto desempeño dentro del sistema.
- Configurar roles y permisos: Una vez se tiene la autenticación, el aplicativo debía buscar si era un administrador o un usuario, para ello se estableció un campo rol en la tabla USUARIO de la base de datos, Microsoft devuelve el correo y el aplicativo verifica el rol y redirige al usuario a la vista correspondiente. Los permisos dentro del aplicativo se logran gracias a la lógica propia, el sistema al detectar el rol y solo da permiso de ingresar a las diferentes rutas a los administradores o usuarios que previamente iniciaron sesión, del mismo modo no permite a los administradores llegar a la ruta de los usuarios, ni a los usuarios llegar a la ruta de los administradores, y de ese modo se controlan los roles y los permisos de estos.
- Desarrollar toda la lógica funcional del aplicativo: Esta fue la tarea más extensa y desafiante del proyecto, principalmente debido a las constantes retroalimentaciones que se debían incorporar, así como a la capacitación requerida para cada nueva funcionalidad. Además, fue necesario investigar a fondo la documentación de las tecnologías utilizadas para determinar si lo que se pedía era factible o no. Una vez confirmada la viabilidad, se procedía a implementar las funcionalidades, pero no sin antes enfrentar diversos obstáculos, como errores que afectaban la lógica de negocio, problemas con los recursos disponibles y dificultades de red durante el desarrollo. La lógica del aplicativo se basó en el paradigma de programación orientada a objetos, implementando patrones de diseño como Singleton y Fábrica (Factory) para garantizar un código más eficiente y escalable. Asimismo, se desarrolló toda la estructura de la base de datos, para la cual se optó por un modelo relacional utilizando MySQL. Esta fase no solo requirió habilidades técnicas, sino también una gran capacidad de adaptación y resolución de problemas para superar los desafíos que surgieron durante el proceso.

7.4.Fase 4: Pruebas y documentación

- Realizar pruebas unitarias y de integración: Una vez ya desarrollado todo el aplicativo se tenía que demostrar su viabilidad poniendo a prueba todos los componentes. Al inicio de la pasantía se pretendía realizar pruebas automatizadas con ayuda de los recursos del equipo de AOSM, lastimosamente por cuestiones de tiempo y ocupación no se pudieron lanzar de manera automatizada, pero si manual, se examinó cada componente haciendo pruebas específicas y se documentó cada prueba en plantillas y se grabó la realización de cada prueba, dando éxito en cada una de ellas. Esta documentación de las pruebas se encuentra dentro del plan de pruebas donde se detalla mejor el contenido de estas.
- Documentar el código, las configuraciones, y las instrucciones para el uso del sistema: Se realizo un barrido aprovechando las pruebas de cada sector del código y se explica a detalle cada función, dando un abrebocas al lector sobre la finalidad de cada función. Para las configuraciones e instrucciones se decidió crear un manual técnico, el cual detalla cada configuración del aplicativo ya sea servidores, bases de datos, integraciones, el flujo de cada funcionalidad, la arquitectura, los campos importantes, y se dieron recomendaciones para el uso del aplicativo y posibles mejorar para una segunda versión
- Crear manuales de usuario y de administración: Como ya se menciono se creo un manual de descarga disponible para todos los usuarios que desean tener acceso a las aplicaciones, este explica de forma textual y grafica cada paso para que la aplicación y los scripts de instalación funcionen a la perfección. Ahora bien, para los administradores o mejor dicho para el equipo de AOSM se generó un manual de usuario, el cual detalla de manera textual y grafica cada funcionalidad del aplicativo, pero desde la parte visual, explicando sus limitaciones y su flujo de trabajo.

7.5.Fase 5: Despliegue y evaluación:

- Desplegar una versión de prueba de la aplicación en el entorno de producción: Una vez desarrollado el aplicativo y ver que ya podía probarse en un entorno de producción se decide a lanzarse a la red de Ecopetrol, esto no infiere que ya es un espacio de producción ya que por tiempos no se pudo oficializar la aplicación frente a Ecopetrol. Aun así, cualquier persona en la red podía ingresar al aplicativo y realizar transacciones, el aplicativo se ejecuta en varios puestos digitales como herramienta de prueba en donde en su mayoría funciono a la perfección, en este momento sigue el servidor subido y disponible.
- Plan para capacitar al equipo de AOSM y a los usuarios clave en el uso del aplicativo web: Se documento un plan de capacitación, donde se dan ideas de como puede inculcarse el aplicativo tanto a los administradores como usuarios, entre las ideas la mas importantes es la de crear y exponer infografías fáciles de entender que guíen a los usuarios y los motiven a hacer uso del aplicativo.

- Monitorizar el sistema en sus primeras semanas de operación y realizar ajustes: El aplicativo aunque no en producción como se explico pero si en la red se monitorizo su comportamiento en diferentes puestos digitales, en esos casos en especifico el rendimiento y funcionalidad fueron las esperadas, pero como todo software puede tener fallas, se realizaron los ajustes en algunos huecos de seguridad que se encontraron y se mejoro la interfaz de usuario, para obtener un producto mas propio de SLB y no que pareciera una aplicación mas de Ecopetrol, esto para darle un sentido de pertenecía.
- Aplicar instrumento de percepción a los stakeholders para validar que la aplicación cumple con su propósito: Esta tarea se llevó a cabo en colaboración con el equipo de AOSM. Primero, se realizó una capacitación tanto técnica como funcional sobre el aplicativo. Cabe destacar que los ingenieros ya tenían un conocimiento previo del flujo de trabajo actual, lo que facilitó la comprensión de las nuevas funcionalidades. Una vez finalizada la capacitación, los ingenieros evaluaron el aplicativo mediante un formulario en Microsoft Forms. Este instrumento de percepción permitió recopilar sus opiniones sobre aspectos clave como la funcionalidad, el rendimiento, la usabilidad, la seguridad y la viabilidad del aplicativo.

Con esto damos fin a las actividades realizadas durante la pasantía con e respecto al proyecto. Cada tarea o actividad se detalla y se asigna a una fase, en el siguiente apartado exploraremos los resultados obtenidos de haber realizado estas actividades, esto con referencia a los objetivos plasmados al inicio de la pasantía

8. Resultados

En este apartado se presentan los resultados alcanzados durante el desarrollo del trabajo de grado, los cuales demuestran el cumplimiento de los objetivos planteados y la efectividad de las herramientas utilizadas. Cada resultado se analiza en relación con el plan de trabajo inicial, evidenciando cómo se abordaron las problemáticas identificadas y cómo se lograron las metas propuestas. Además, se complementa la información detallada en las actividades realizadas, proporcionando una visión integral del proceso y los logros obtenidos. Desglosaremos cada objetivo y que actividades fueron esenciales para la solución de este.

8.1. Definir requerimientos funcionales y no funcionales

Definir estos requerimientos era fundamental para garantizar que la solución propuesta respondiera a las necesidades reales del equipo AOSM. Este primer objetivo se resolvió en conjunto de todas las actividades de la fase 1, el primer acercamiento fue con el Project Manager y con el Líder Técnico, ellos mostraron como trabajan, como se conforma su equipo de trabajo, que herramientas utilizan y como dividen su trabajo, luego dieron a conocer la problemática y daban una visión de lo que querían para su solución, no se conocía, pero si el que, para ello se hace una reunión presencial donde se redactan los requerimientos funcionales y no funcionales en una plantilla descriptiva.

Especificación de requerimientos funcionales	
Requerimiento funcional No.	**Nombre**
RFXX	
Categoría:	**Prioridad:**
Gestión de aplicaciones	Alta-Media-Baja
Descripción:	

Tabla 1
Plantilla requerimientos funcionales y no funcionales

Con esta plantilla se crearon los 8 requerimientos funcionales y los 6 no funcionales que se nombran a continuación.

Requerimientos Funcionales:

- RF01: Autenticación de usuarios y administradores
- RF02: Búsqueda y Registro

- RF03: Asignación de Aplicaciones
- RF04: Desvinculación de Aplicaciones
- RF05: Visualización de Aplicaciones
- RF06: Descarga e integración de scripts
- RF07: Integración con el directorio activo
- RF08: Registro de usuarios en las listas de licencias de 4 servidores

Requerimientos no funcionales

- RNF01: Seguridad
- RNF02: Documentación
- RNF03: Mantenimiento
- RNF04: Escalabilidad
- RNF06: Compatibilidad
- RNF07: Disponibilidad

Especificación de requerimientos funcionales	
Requerimiento funcional No.	**Nombre**
RF02	Búsqueda y Registro
Categoría:	**Prioridad:**
Gestión de usuarios	Alta
Descripción:	
El sistema debe permitir la búsqueda y registro del número o ID del empleado de ECOPETROL. La aplicación debe integrarse con el Directorio Activo para obtener la información de los empleados, registrarla en la base de datos y, en caso de que el empleado ya esté registrado, extraer la información directamente de la base de datos junto con las aplicaciones asignadas.	

Tabla 2
Ejemplo de requerimiento RF02: Búsqueda y Registro

Estos requerimientos mostrados son el producto final se agregaron y se quitaron algunos requerimientos que no eran pertinentes para el proyecto y no se ajustaban con las necesidades del equipo, al final se hicieron los ajustes en función del feedback recibido y se documentaron los cambios que se aprobaron por el Líder Técnico. Estos requerimientos son la necesidad principal por lo cual sobre ellos se hizo énfasis en el momento de realizar cualquier acción. Todos los requerimientos con su descripción se encuentran en el "Documento de Arquitectura" el cual se entregó al equipo.

Como se mencionó en la actividad los integrantes expusieron su flujo de trabajo, todas las políticas de seguridad y de negocio que tienen tanto Ecopetrol como SLB, donde se fue describiendo el mismo, y de la misma experiencia de realizar la puesta en marcha de las

aplicaciones en el modelo actual se abstrajo toda esa información y se resumió en un diagrama BPMN.

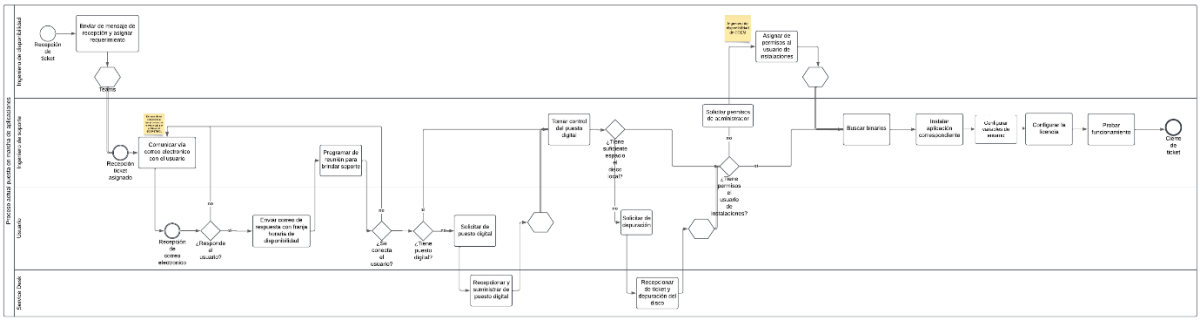


Figura 2
Diagrama inicial BPMN (elaboración propia)

Estos requerimientos sirvieron como base para el desarrollo del aplicativo, asegurando que cada funcionalidad implementada cumpliera con los objetivos definidos. Además, permitieron estructurar el diseño de la base de datos, la arquitectura de la solución y la integración con otros sistemas, garantizando la coherencia del proyecto desde el inicio.

8.2. Diseñar y desarrollar una interfaz de usuario intuitiva y un flujo de descarga optimizado para minimizar en un 57% la intervención del equipo AOSM.

Para empezar con este objetivo, el mas complejo de los cuatro en términos de productividad, podemos decir que todas las actividades de la fase 2 y 3 participan en resolución de este objetivo, por lo cual daremos los resultados obtenidos de las actividades.

Toda la fase dos enfocada en el diseño del aplicativo se puede resumir con la creación de los diagramas de arquitectura y UML, empezando por la arquitectura web en donde ya se escogieron las tecnologías a utilizar en el aplicativo como también se estableció el nombre del aplicativo “SLBAPPS”. La arquitectura la componen las siguientes herramientas y entidades:

- Usuario: Persona que hace uso del aplicativo
- Tecnologías web: HTML, CSS, JAVASCRIPT, BOOTSTRAP
- Servidor Nginx: servidor web/proxy de código abierto, este recibirá todas las solicitudes que se hagan de otras maquinas
- Gunicorn: servidor HTTP de interfaz de puerta de enlace de servidor web Python, este actúa como intermediario entre Nginx y el aplicativo Flask
- Framework Flask: Framework que facilita la creación de aplicaciones web escrita en Python, en este se desarrolla la mayor parte de la lógica, las rutas web, y los permisos

- API Microsoft: Este servicio de nos ayudo una vez autenticado por el mismo servicio nos trae información referente al correo electrónico con el que iniciaron sesión
- Base de datos MySQL: Esta base de datos que correo como registro en el mismo servidor que el aplicativo, es un pilar del aplicativo, para el tema de autenticación, roles, asignaciones, actualizaciones y muchas de las transacciones que se realizan en el flujo del aplicativo
- Directorio Activo: es una base de datos con la información de todos los empleados de Ecopetrol y sus contratistas.

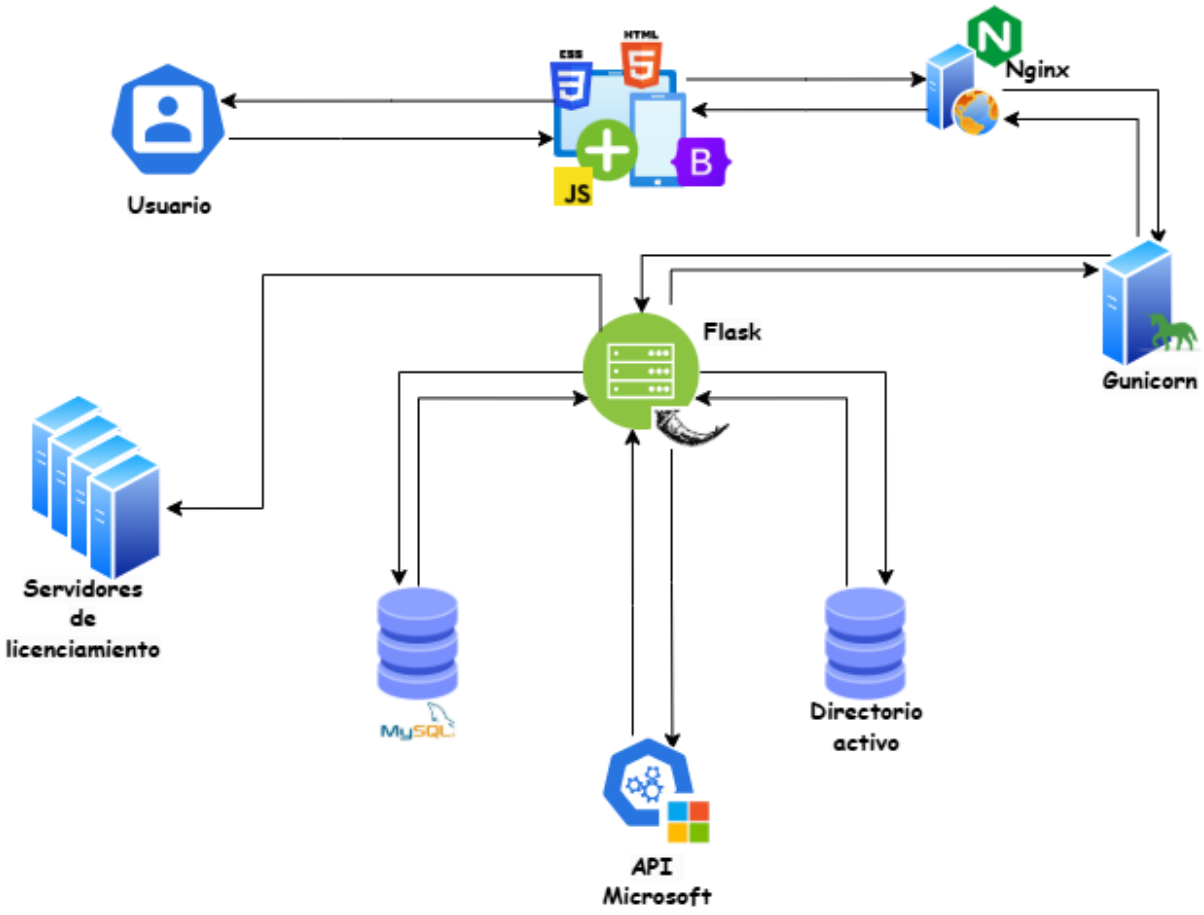


Figura 3
Arquitectura SLBAPPS (elaboración propia)

Una vez creo la arquitectura y las herramientas se formularon los diagramas UML que nos sirvieron como guía inicial. Empezamos con el diagrama de casos de uso el cual nos ayudó a representar de manera visual como interactúan los usuarios con nuestro aplicativo web, este nos permitió entender las funcionalidades que ofrece el sistema y quienes las utilizan, de la

misma manera nos permitió a primera vista analizar si estamos cubriendo todos los requerimientos funcionales.

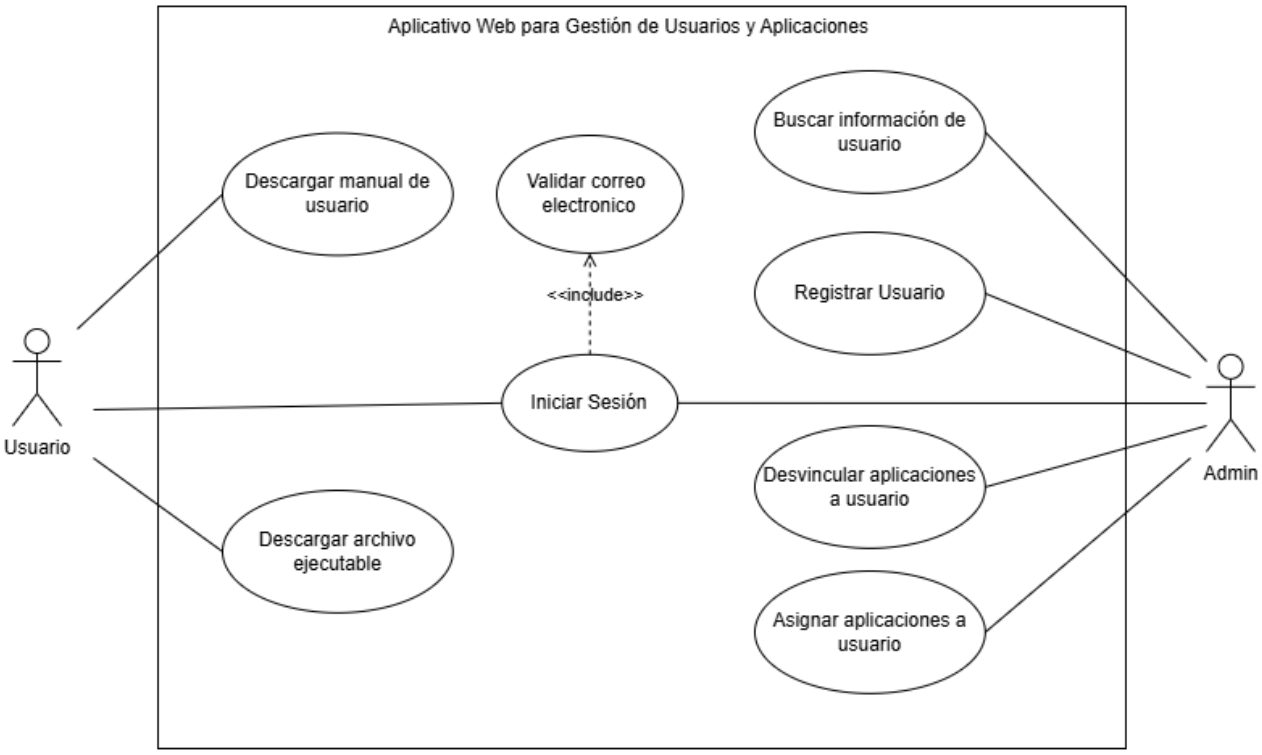


Figura 4
Diagrama de Casos de Uso (elaboración propia)

Además del estos dos diagramas también se decidió generar un diagrama de componentes el cual nos dio una visión de un nivel más bajo, para observar en que secciones se divide nuestro sistema y como se comunican cada uno de los componentes con su entorno.

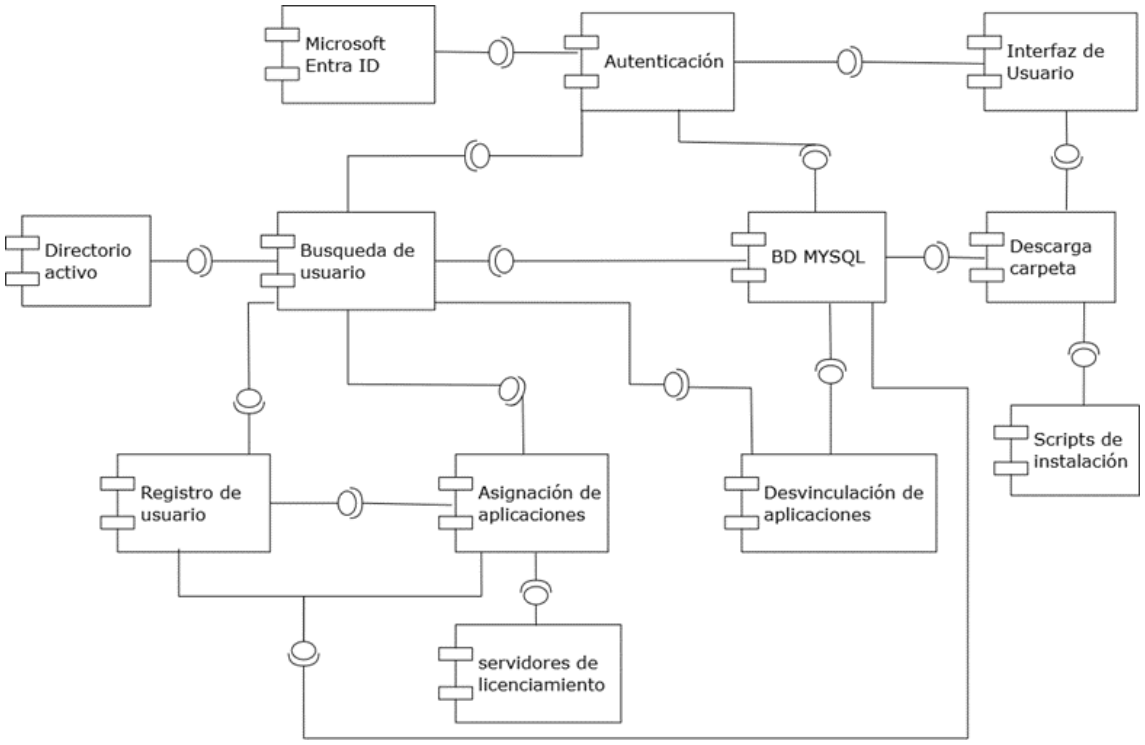


Figura 5
Diagrama de componentes (elaboración propia)

Pasamos a los diagramas de actividades, se crearon dos, para las funcionalidades más importantes, “Asignación y desvinculación de aplicaciones” y “Descarga y puesta en marcha de aplicaciones”. De alguna manera otras funcionalidades como la autenticación o la búsqueda y registro están implícitas en los diagramas de actividades, estos diagramas nos ayudaron a ver como es el flujo de trabajo del sistema en sí, con este representamos la lógica de negocio y los procesos del sistema.

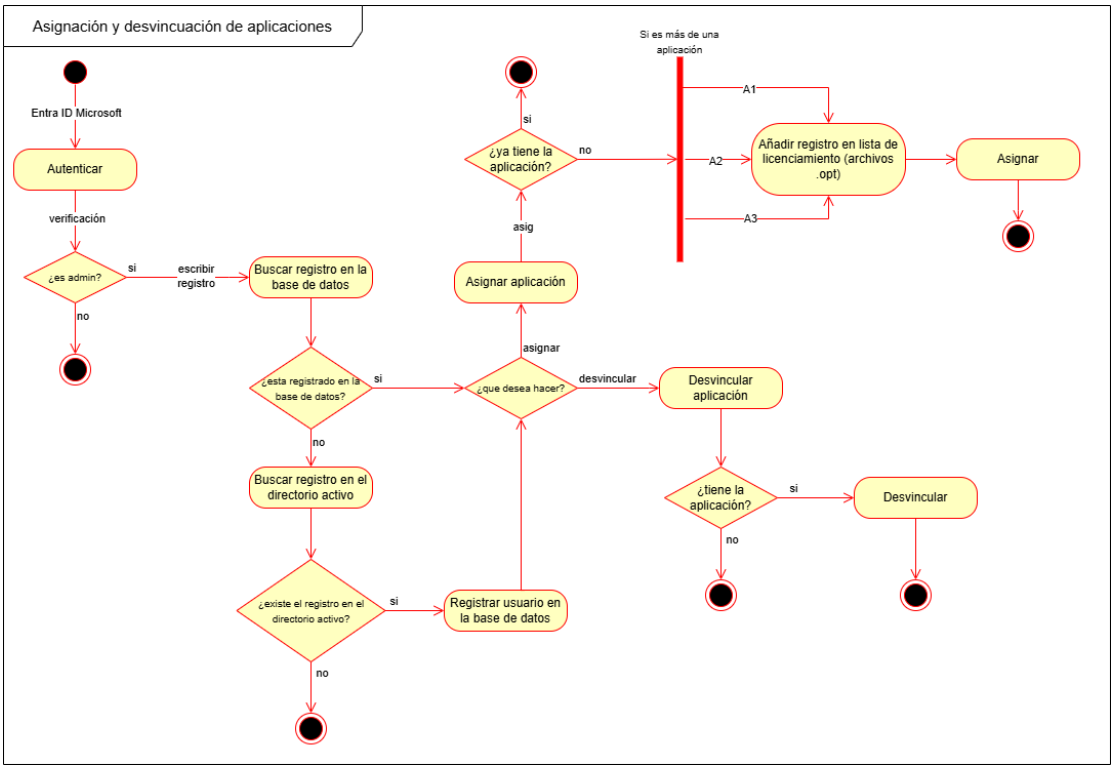


Figura 6

Diagrama de actividades "Asignación y Desvinculación de Aplicaciones" (elaboración propia)

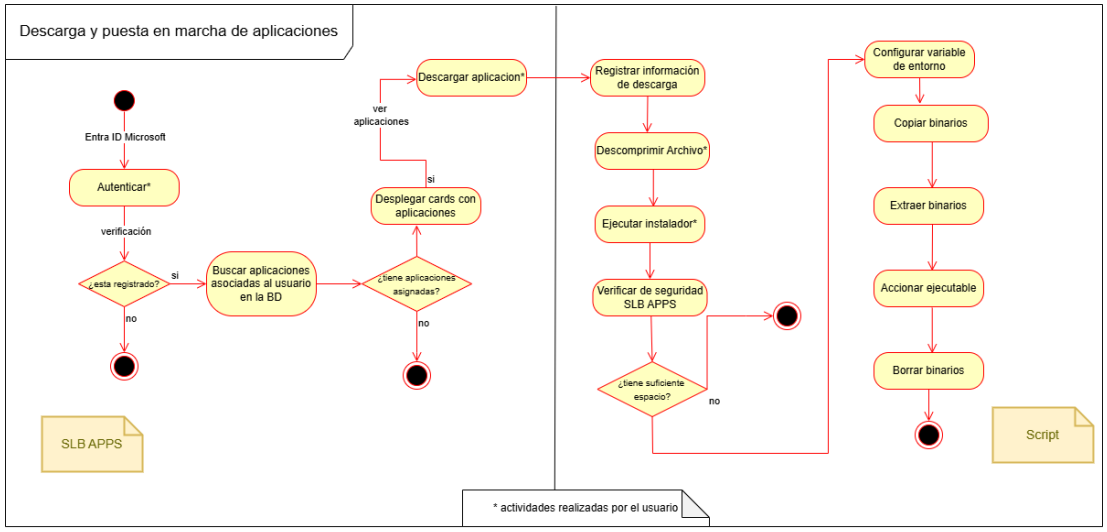


Figura 7

Diagrama de Actividades "Descarga y Puesta en Marcha de Aplicaciones" (elaboración propia)

También se genera el diagrama de la base de datos, que nos iba a dar una visión de como se almacenan los datos y de que forma se relacionan las entidades, este diagrama nos ayudo de gran manera ya que al inicio se contemplaba una base de datos ORACLE, un recurso brindado por el equipo de AOSM, pero al pasar del tiempo el servidor que alojaba la base de datos se tuvo que eliminar por aspectos económicos y con el se elimino nuestro esquema. Con ayuda del diagrama recreamos la base de datos manteniendo sus entidades y relaciones.

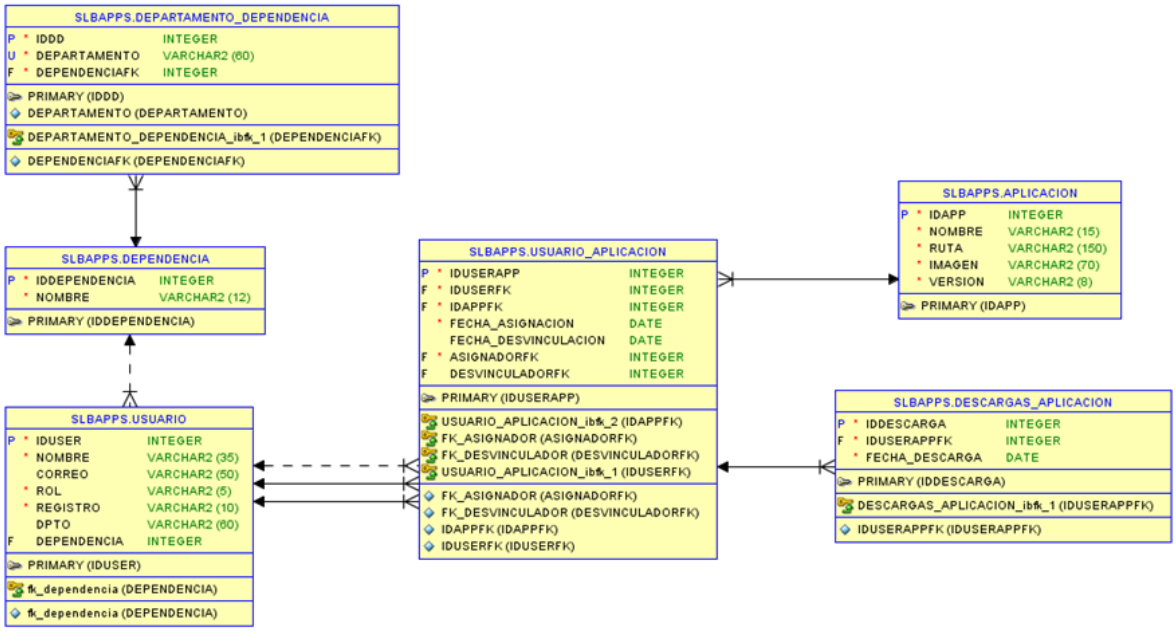


Figura 8
Diagrama de Base de Datos (elaboración propia)

Una vez se definió por completo la estructura del sistema, se dio inicio a la fase de desarrollo, comenzando con la creación de las vistas de la aplicación. Estas debían ser intuitivas, funcionales y visualmente atractivas, garantizando una experiencia de usuario clara y sencilla. La prioridad en esta etapa fue diseñar la interfaz de manera que reflejara el flujo de trabajo esperado antes de implementar cualquier funcionalidad. Para validar el diseño, se generaron los prototipos iniciales y se presentaron al Líder Técnico, permitiéndole visualizar cómo se estructuraría la aplicación en términos de navegación y disposición de elementos. Esta retroalimentación temprana facilitó ajustes antes de la integración con la lógica del sistema, asegurando que la interfaz cumpliera con los requisitos y expectativas del equipo.

Como se menciono en el plan de trabajo se crearon 3 vista para los administradores, 1 para los usuarios y 1 común para los administradores y usuarios. Iniciamos con la vista de Iniciar Sesión que es la vista común, con ella los usuarios y los administradores iniciaran sesión (por el momento no hay interfaz para registrar un administrador y el registro del usuario lo hace el administrador más adelante).

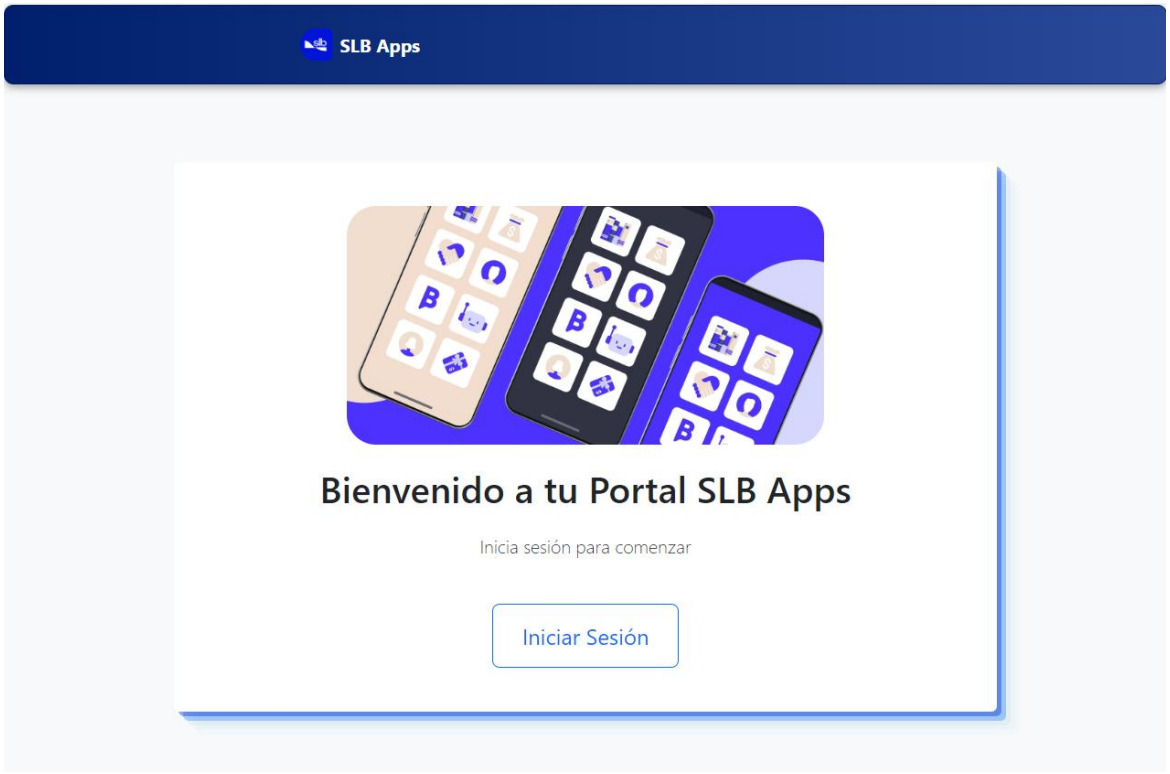


Figura 9
Vista "Inicio de Sesión" (elaboración propia)

Luego de dar clic en iniciar Sesión los usuarios son llevados a la interfaz de autenticación propia de Microsoft. La siguiente vista que veremos es la inicial para el administrador, en la que puede buscar un usuario, y si no esta registrado en la base de datos lo podrá registrar (estar en la base de datos significa estar registrado en el aplicativo y poder iniciar sesión como usuario), acá vera información del usuario como nombre, correo, rol, registro, departamento, dependencia y si posee, aplicaciones. Se muestra la vista con un usuario ya buscado y registrado previamente, en el documento "Manual de usuario" se colocaron las imágenes con los diferentes mensajes con los que se tratan las diferentes solicitudes.

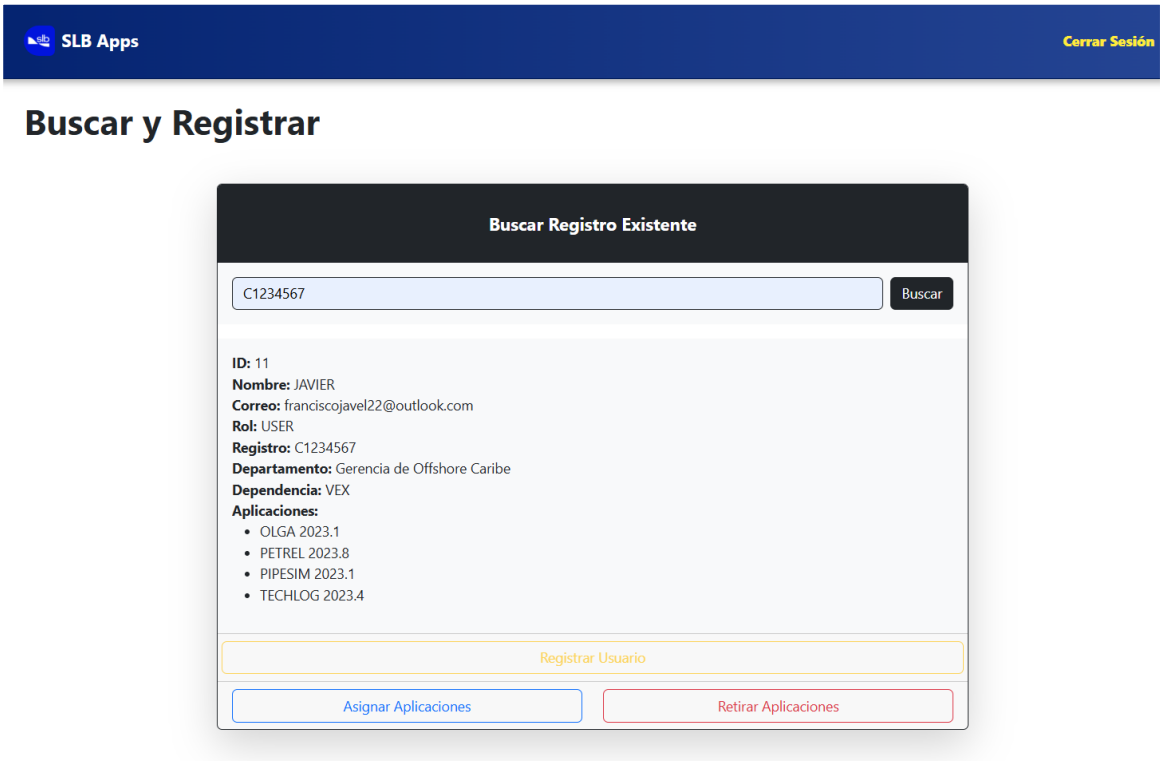


Figura 10
Vista "Buscar y Registrar" (elaboracion propia)

La siguiente vista de administrador es la de asignar aplicaciones, donde una vez se busca o se registra un usuario se puede asignar una aplicación, son n listas desplegables que traerán todas las aplicaciones disponibles que el usuario no posea.

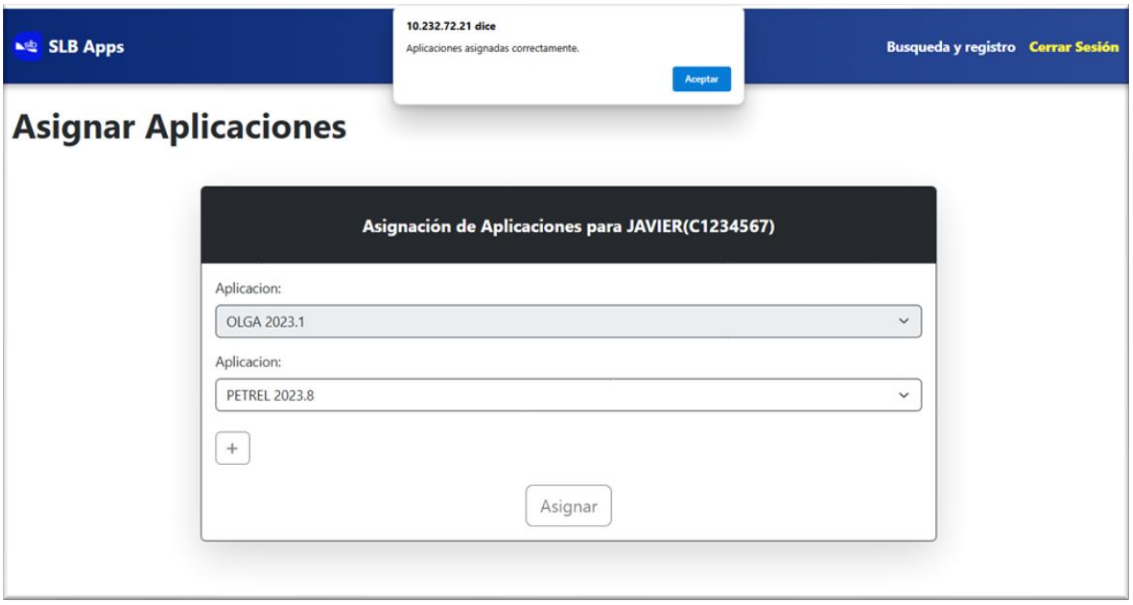


Figura 11
Vista "Asignar Aplicaciones" (elaboracion propia)

La ultima vista propia del administrador es la de desvincular aplicaciones, en ella el ingeniero puede ver las aplicaciones asociadas a un usuario y así mismo desvincular la aplicación que desee.

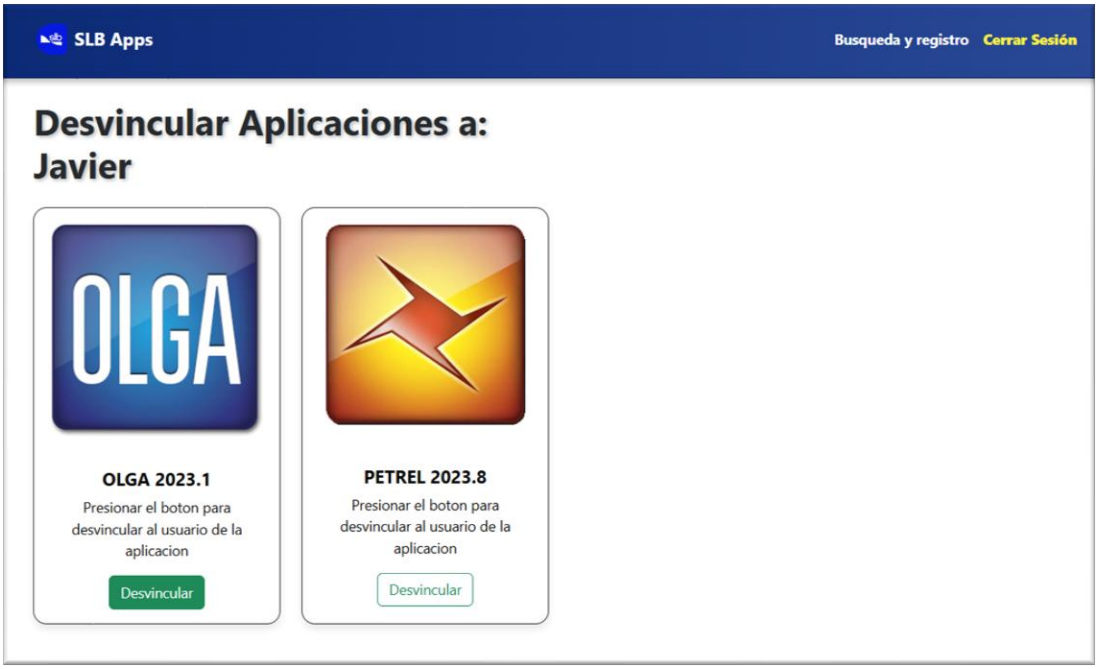


Figura 12
Vista "Desvincular Aplicaciones" (elaboración propia)

Pasamos a la vista propia del usuario “Visualización de Aplicaciones” es la vista a la que el sistema redirige al usuario luego de iniciar sesión, en ella podrá ver las aplicaciones que tiene asignadas, tiene un espacio para ver el manual de descarga que lo guiara en todo el proceso, y puede descargar cada carpeta con el acceso a los scripts de instalación.



Figura 13
Vista "Visualización de Aplicaciones" (elaboración propia)

Por último, aunque no es del aplicativo web, pero si un componente importante que también se modifico se presenta como vista de usuario el script de instalación que descargan los usuarios. Del script se despliegan varias vistas al iniciarlo, pero como se dijo solo es para tener una visual del script

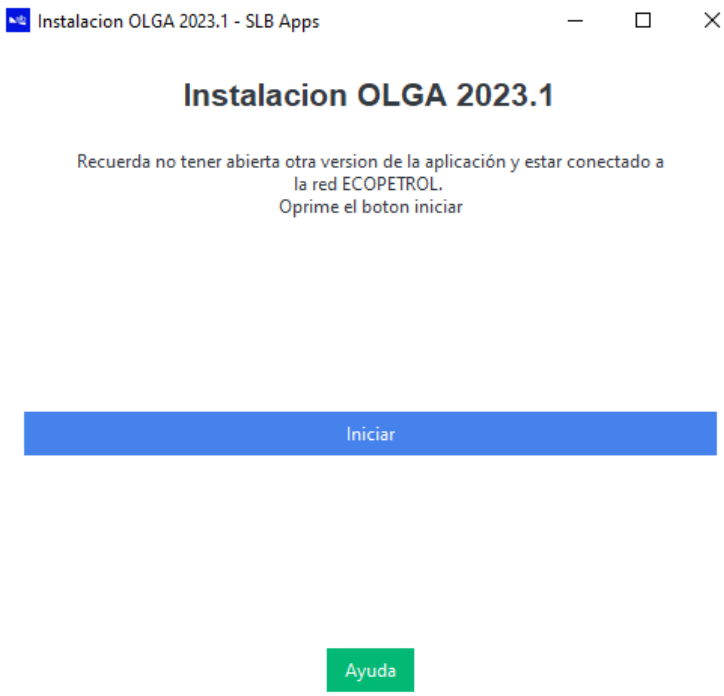


Figura 14
Vista inicial Script de Instalación (elaboración propia)

Damos por desarrollada la primera parte del objetivo, para la segunda parte damos solución debido al flujo de trabajo adquirido después del desarrollo, para ello se genero un nuevo diagrama BPMN el cual se comparo con el primer diagrama mostrado en donde se evidencia la reducción de intervención humana por parte del equipo de AOSM. A continuación, listamos las intervenciones del primer flujo de trabajo.

- Comunicar vía correo electrónico al usuario
- Programar reunión para brindar soporte
- Tomar control del puesto digital
- Solicitar permisos de administrador o ingresar permisos de administrador
- Buscar Binarios
- Instalar aplicación correspondiente
- Configurar variables de entorno
- Configurar la licencia
- Probar funcionamiento

Tenemos 9 intervenciones en total para el flujo de trabajo inicial (esto para un flujo ideal), Ahora mostramos el diagrama BPMN final en donde veremos la reducción de intervención.

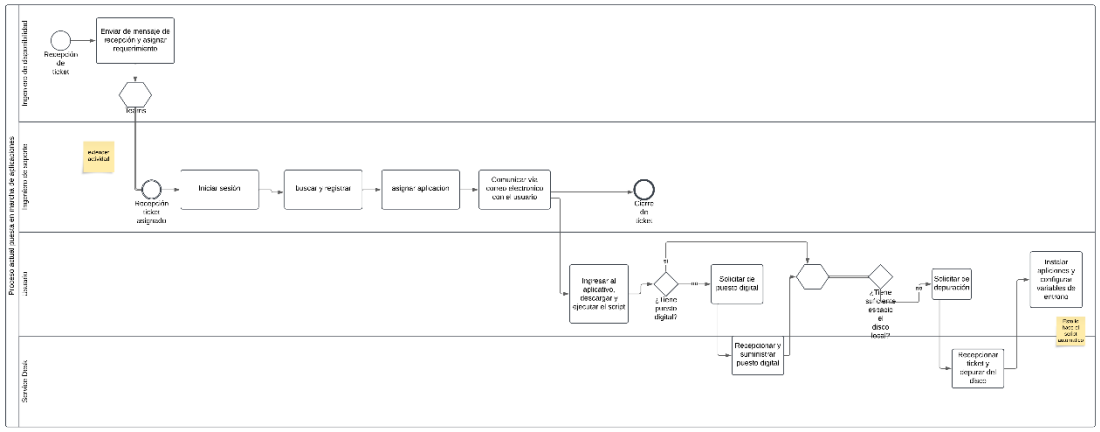


Figura 15
Diagrama final BPMN (elaboracion propia)

Listando las intervenciones del flujo actual tenemos:

- Iniciar Sesión
- Buscar y/o registrar
- Asignar Aplicación
- Comunicar vía correo electrónico al usuario

En total, se lograron reducir las intervenciones del ingeniero a 4 actividades, lo que representa una disminución del 55% en comparación con el proceso inicial. Este resultado se obtuvo al proponer un flujo de trabajo optimizado y alineado con las necesidades del equipo de AOSM. Aunque el objetivo planteado era alcanzar una reducción del 57%, el avance logrado demuestra un progreso significativo y una mejora sustancial en la eficiencia del proceso. La diferencia del 2% se debe a que las intervenciones son valores discretos, es decir, números enteros, lo que impide alcanzar exactamente el porcentaje objetivo sin fraccionar una actividad. Este margen mínimo refleja una limitación natural en la medición de mejoras cuando se trabaja con conteos de acciones específicas, pero no afecta la optimización lograda en el proceso.

8.3. Integrar el aplicativo web con los componentes existentes asegurando una interoperabilidad completa mediante pruebas de integración

Para la primera parte del objetivo primero se deben contemplar cuales son esos componentes existentes que requieren una integración con nuestro aplicativo web. Los componentes son, Microsoft Entra ID con su API Graph, Directorio Activo y los scripts de instalación, cada componente externo se analizó en términos de viabilidad y que tanto podrían

ayudar a nuestro aplicativo, como modificarían el flujo de trabajo y si iban acorde a las políticas de los stakeholders, Demos un contexto de cada integración.

- Microsoft Entra ID y su API Graph: Como se explicó anteriormente se optó por esta herramienta de autenticación debido a la seguridad de los datos y a que Ecopetrol utiliza Microsoft como servicio de correos electrónicos para todos sus empleado y contratistas por lo cual los usuarios solo deben ingresar las mismas credenciales con las que inician sesión día a día. Para su integración se busco en la documentación de Microsoft de qué manera se podía integrar un sistema de autenticación en una aplicación Flask, y se encontró el siguiente tutorial https://learn.microsoft.com/en-us/entra/external-id/customers/tutorial-web-app-python-flask-prepare-tenant, que nos da un paso a paso de configuración tanto del registro de la aplicación en el portal Azure como de la configuración y código del aplicativo Flask, su integración se da en las variables de entorno, estas variables son sacadas de Azure y utilizadas para confirmar la comunicación, este se espera que sea temporal y que se conecte con el Tentant propio de Ecopetrol. La API Graph nos retorna (una vez iniciado sesión el usuario) el correo electrónico del usuario, este correo se verifica propiamente en la base de datos de la aplicación.

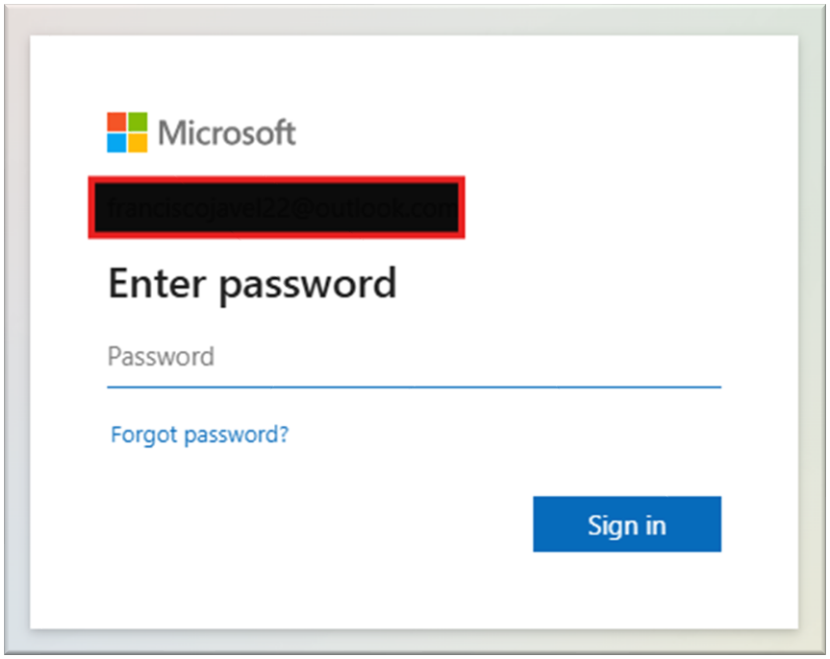


Figura 16
Autenticación Microsoft (elaboración propia)

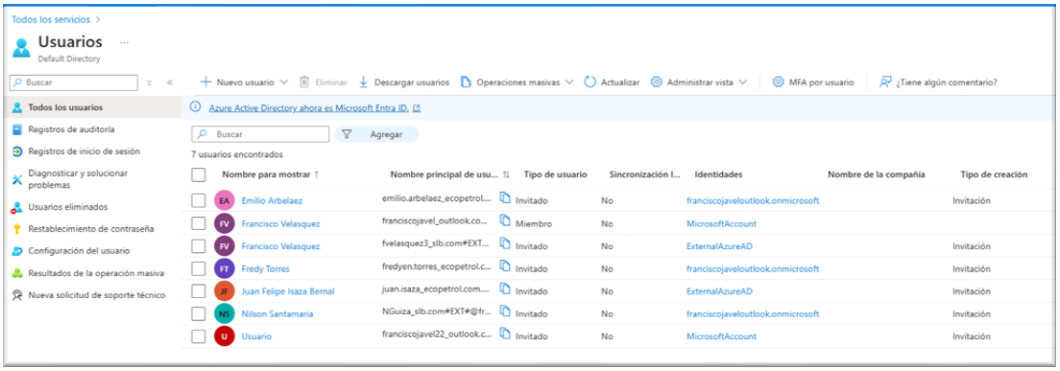


Figura 17
Tentant en plataforma Azure

- Directorio Activo: Fue el elemento más fácil de integrar ya que este funciona exactamente igual que una conexión a una base de datos, de una automatización anterior el Líder Técnico Orlando Rache poseía una conexión, pero a una aplicación en PHP, se investigó como es la conexión de un directorio a través de ldap en un aplicativo Python, la conexión requiere un usuario Ecopetrol como credenciales de acceso, y del directorio se trae información como el nombre, el correo electrónico, el registro y el departamento.

```python
def ObtenerRegistroDA(registro):
    try:
        # Configura el servidor con un tiempo de espera de conexión de 10 segundos
        server = Server('ldap://10.1.141.25', get_info=ALL, connect_timeout=10)
        #logging.debug("Servidor configurado correctamente")

        # Conecta al servidor LDAP
        conn = Connection(server, user=[redacted], password=[redacted], auto_bind=True, auto_referrals=False)
        #logging.debug(f"Conexión establecida: {conn.bound}")

        # Base DN
        base_dn = 'ou=Colombia,dc=red,dc=ecopetrol,dc=com,dc=co'

        # Filtro de búsqueda por registro
        search_filter = f'(sAMAccountName={registro})'

        # Atributos a recuperar
        attributes = ['sAMAccountName', 'cn', 'givenName', 'mail', 'department']

        # Realiza una búsqueda
        conn.search(base_dn, search_filter, attributes=attributes, search_scope=SUBTREE)
        #logging.debug(f"¿Búsqueda exitosa?: {conn.result['description']}")
        #logging.debug(f"Número de entradas encontradas: {len(conn.entries)}")

        # Si hay resultados, imprímelos
        if conn.entries:
            # Accede a la entrada deseada
            entry = conn.entries[0]

            #logging.debug(entry.department.value)

            return usuario(
                nombre=entry.cn.value,
                correo=entry.mail.value,
                registro=entry.sAMAccountName.value,
                dpto=entry.department.value
            )
```

Figura 18
Conexión Directorio Activo (elaboración propia)

- Scripts de instalación: Como mencionamos, los scripts existentes eran un prototipo, el cual ejecutaba los procesos con credenciales específicas, se debía hacer una modificación de estructura, de condicionales, de permisos, de rutas, y de librerías. Esto se analizó en una reunión con la creadora de los scripts Michelle Jaramillo, ella explico detalladamente cada aspecto del código del script, brindo recomendaciones y consejos claros que ayudaron a crear los scripts finales

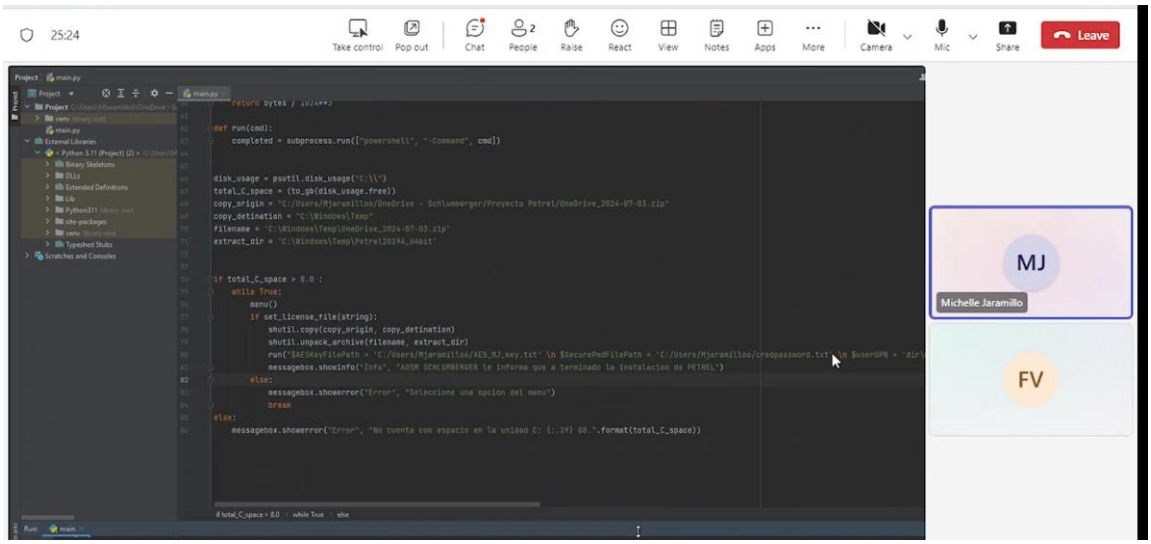


Figura 19
Reunión vía Teams explicación de scripts iniciales de instalación (elaboración propia)

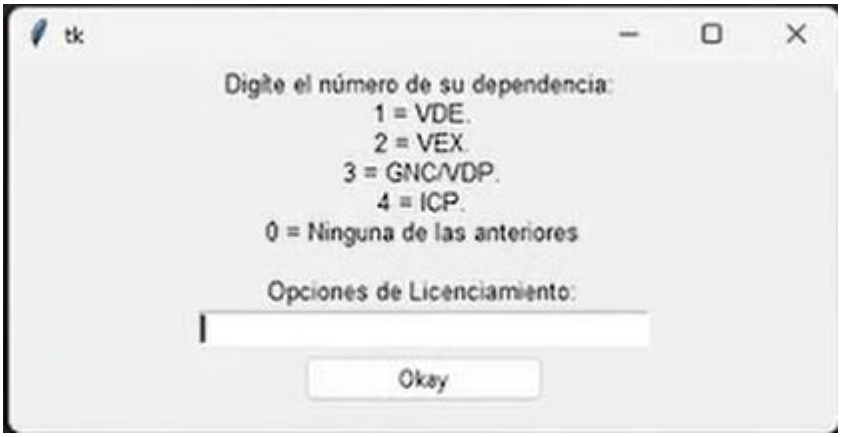


Figura 20
Interfaz de script entregada como recurso inicial (elaboración propia)

Los cambios realizados además de el de la interfaz fueron las credenciales, se cambiaron a las del usuario con el que se hacen las instalaciones en AOSM. Rutas ya que apuntaban a una carpeta local, y los instaladores se encuentran en una carpeta de un maquina diferente.

Condicionales ya que se debía analizar si se ejecuta desde un puesto digital o si tiene el suficiente espacio en el disco, también debía controlar los errores de parte del usuario, esto referente al escoger la dependencia a la que pertenece, esto se logró con la lógica propia de la aplicación para que entregue el ejecutable correspondiente a la dependencia del usuario. Por último, se agregó una sección de borrado de archivos ya que no es ideal dejar todos los instaladores en la maquina del usuario principalmente por seguridad de los binarios y por otra parte por el espacio que ocupa en cada equipo.

Para las pruebas de integración que aseguraran la interoperabilidad se pretendían realiza de forma automática, pero debido a cuestiones de tiempo y de recursos las pruebas se realizaron de manera manual, además de las pruebas integrales se hicieron pruebas unitarias a cada componente de la aplicación para asegurar su buen funcionamiento y su relación con su entorno. Para realizar estas pruebas se realizo un plan de pruebas donde se describen aspectos como el tipo de pruebas y el entorno en el que se realizan, se explica a detalle cada plantilla, se documentan las pruebas en las plantillas y se muestran los resultados y algunas recomendaciones. Por otro lado, también se documentaron las pruebas en formato de video utilizando OBS Studio como herramienta de grabación; todos estos documentos y videos se entregaron al equipo de AOSM.

CASO DE PRUEBA			
ID:		**NOMBRE:**	
TIPO DE PRUEBA:	Unitaria o integral	**COMPONENETE:**	
DESCRIPCION:			
PRECONDICIONES:			
PASOS:			
RESULTADO ESPERADO:			
RESULTADO REAL:			
TIEMPO:		**ESTADO:**	Éxito o Fallo
OBSERVACIONES:			

Tabla 3
Plantilla de pruebas (elaboración propia)

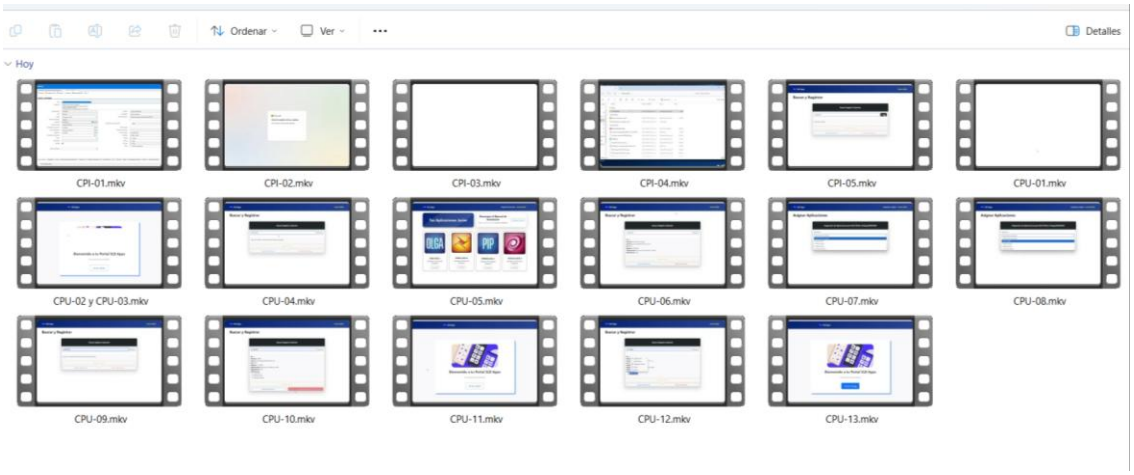


Figura 21
Evidencia pruebas unitarias e integrales (elaboración propia)

Se llevaron a cabo un total de 13 pruebas unitarias y 5 pruebas integrales, las cuales fueron diseñadas para evaluar tanto los componentes individuales del aplicativo como su funcionamiento en conjunto. Todas las pruebas arrojaron un estado de Éxito, confirmando que el sistema cumple con los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos. Las pruebas unitarias permitieron verificar el correcto comportamiento de cada módulo, mientras que las pruebas integrales aseguraron la interoperabilidad entre los diferentes componentes y su alineación con el flujo de trabajo optimizado. Estos resultados no solo validan la estabilidad y confiabilidad del aplicativo, sino que también respaldan su viabilidad para ser implementado en un entorno de producción.

8.4. Implementar una versión de prueba del aplicativo web en un entorno de producción y someterlo a evaluación, con el fin de demostrar su viabilidad para ser utilizado en Ecopetrol.

Al finalizar la pasantía, se logró desarrollar un producto sólido y funcional, con las características necesarias para ser implementado en un entorno de producción. Sin embargo, debido a factores externos al alcance del pasante, el proyecto no alcanzó una implementación completa en un entorno productivo. Estas limitaciones estuvieron relacionadas principalmente con aspectos económicos y legales entre Ecopetrol y SLB, lo que impidió su despliegue final.

A pesar de estos desafíos, se realizaron pruebas con un grupo de usuarios seleccionados, lo que permitió validar el correcto funcionamiento del aplicativo web en condiciones reales de uso. Los resultados obtenidos demostraron que la plataforma operaba de manera eficiente y cumplía con los requerimientos necesarios para su eventual implementación en producción. Esto confirma que, de resolverse las cuestiones administrativas y contractuales, el sistema estaría listo para integrarse plenamente en el entorno corporativo.

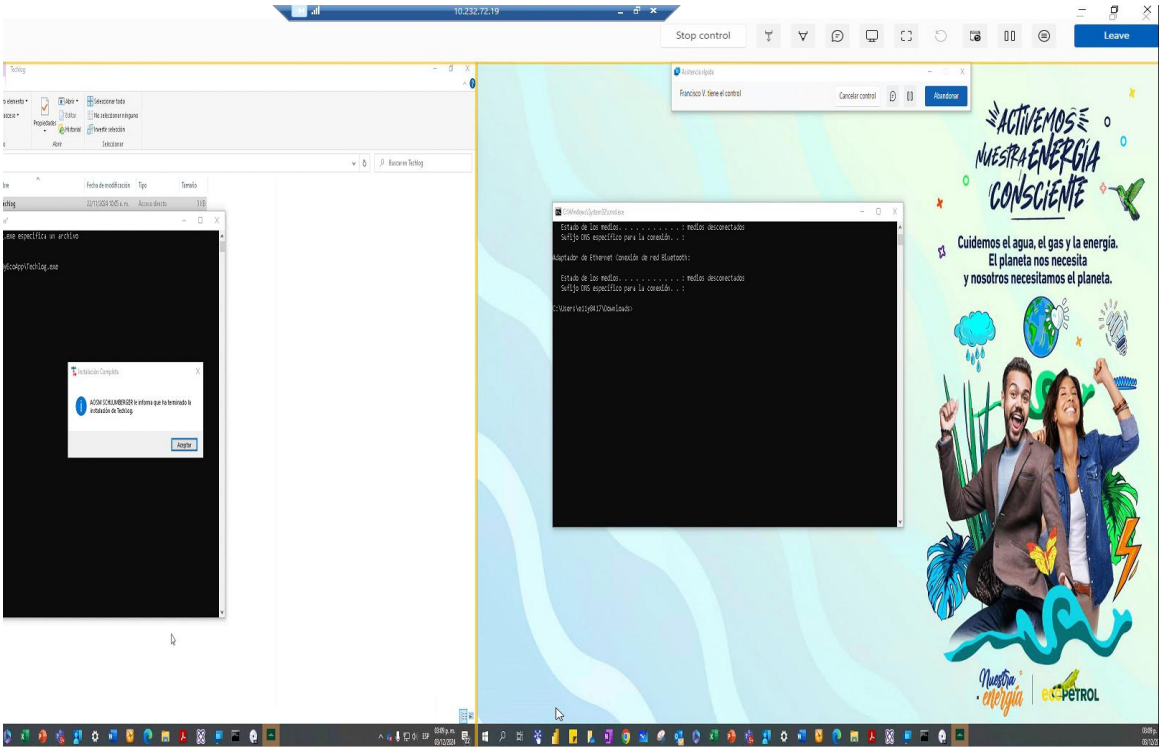


Figura 22

Evidencia Prueba con usuario Ecopetrol

Para someter el aplicativo a evaluación, se llevó a cabo una capacitación inicial dirigida a los ingenieros del equipo de AOSM. El objetivo de esta sesión fue proporcionar un contexto amplio sobre la plataforma, detallando sus funcionalidades, aspectos técnicos, el nuevo flujo de trabajo, así como recomendaciones clave para su uso e implementación. Al finalizar la capacitación, los ingenieros realizaron una evaluación exhaustiva del aplicativo, centrándose en cada uno de los criterios establecidos en el objetivo número 1: funcionalidad, rendimiento, usabilidad y seguridad. Además, se analizó la viabilidad del sistema para su despliegue completo en un entorno de producción. Para garantizar un análisis detallado y estructurado, se diseñó un formulario de evaluación compuesto por 41 preguntas, abordando distintos aspectos del aplicativo. Estas preguntas permitieron obtener retroalimentación precisa sobre el desempeño de la plataforma y su alineación con los requerimientos estipulados en el primer objetivo.

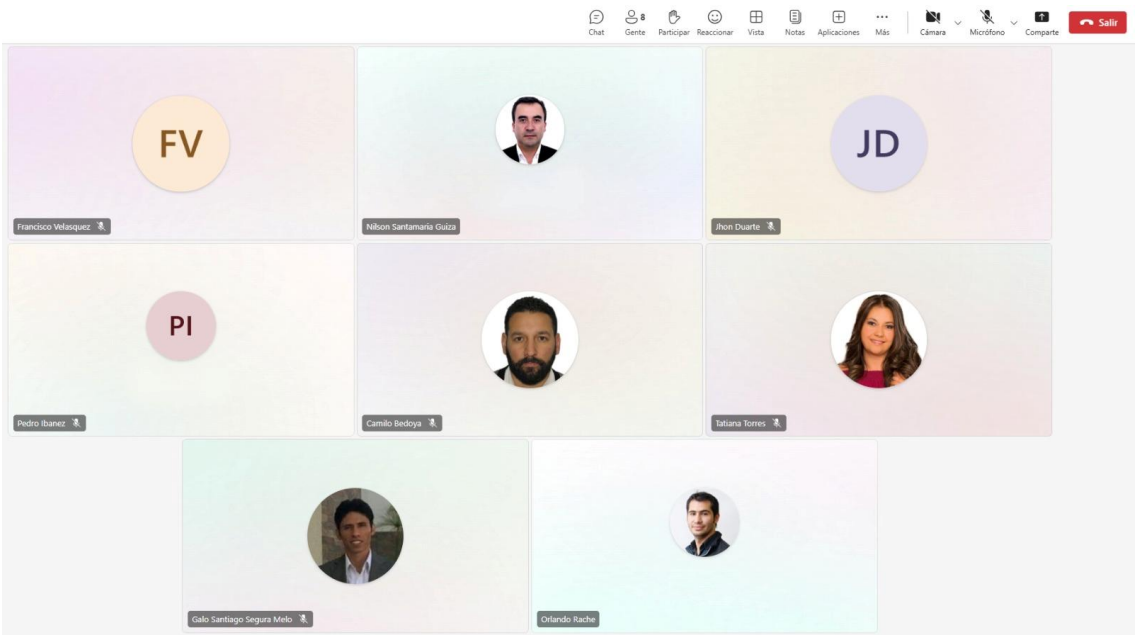


Figura 23

Evidencia primera capacitación equipo AOSM

Los resultados de la evaluación fueron positivos, 8.8/10 fue la calificación promedio de que tanto bajaría la carga de trabajo el aplicativo al equipo de AOSM y 9.6/10 la calificación de la viabilidad para poner el aplicativo en un entorno de producción. En esta sección se presentan los resultados relacionados con la viabilidad del aplicativo, mientras que el resto de los resultados se encuentran disponibles en la sección de Anexos. De las 7 personas del equipo se obtuvieron 5 respuestas en ellas incluidos el Project Manger y el Líder técnico, las 2 personas sobrantes no pudieron responder por temas de disponibilidad.



Figura 24

Resultados preguntas de viabilidad SLBAPPS #1 (elaboración propia)



Figura 25

Resultados formulario de viabilidad SLBAPPS #2 (elaboración propia)

Para concluir esta sección de resultados, podemos afirmar que todos los objetivos planteados en el proyecto se cumplieron de manera satisfactoria. Aunque se presentaron algunas limitaciones que impidieron el desarrollo completo del ciclo de vida del software, estas no comprometieron la calidad ni la funcionalidad del producto final. El aplicativo desarrollado cumplió con las expectativas y requerimientos de los clientes, así como con lo estipulado en el proyecto de grado, demostrando ser una solución viable y efectiva para las necesidades del equipo de AOSM. Estas limitaciones, lejos de ser un obstáculo, representan oportunidades de mejora para futuras iteraciones y optimizaciones del sistema.

9. Conclusiones y Recomendaciones

Los requerimientos de un sistema constituyen la base fundamental de cualquier proyecto, ya que definen su alcance, funcionalidad y objetivos. Para establecerlos de manera efectiva, es esencial realizar una planificación detallada y una formulación clara del problema a resolver. A partir de estos requerimientos, se pueden evaluar las herramientas más adecuadas, identificar posibles integraciones y estructurar cada funcionalidad del sistema de manera coherente. Además, durante el desarrollo del aplicativo, estos requerimientos deben ser revisados y actualizados constantemente, asegurando su alineación con las necesidades del cliente y la evolución del proyecto.

La reducción del 55% en las intervenciones del ingeniero demuestra que el enfoque adoptado para la automatización y optimización del flujo de trabajo fue exitoso, esto también gracias a las funcionalidades concisas plasmadas en las vistas de los administradores. Aunque no se alcanzó exactamente el 57% planteado, la diferencia es mínima y valida la efectividad de la solución implementada.

La autenticación con Microsoft Entra ID y la integración con el Directorio Activo garantizaron un acceso seguro y controlado, permitiendo que solo los usuarios autorizados interactuaran con el sistema. Además, la mejora en los scripts de instalación optimizó la asignación y descarga de aplicaciones en los puestos digitales, agilizando el proceso y reduciendo la intervención manual. La efectividad de estas integraciones se validó a través de pruebas de integración, todas ellas exitosas, confirmando la funcionalidad y estabilidad del sistema.

Aunque se tenía previsto desplegar el aplicativo en un entorno de producción, diversos factores externos, como recursos, contratos y disponibilidad, impidieron que esto se lograra en su totalidad. Sin embargo, el equipo de AOSM cuenta con la aprobación de viabilidad del aplicativo dentro de su equipo, por lo que se espera que gestionen su promoción hacia el entorno de producción. Aun así, el aplicativo en el entorno de calidad está completamente funcional y puede ser utilizado según las necesidades del equipo.

Es fundamental establecer mecanismos de monitoreo del sistema para detectar posibles errores o mejoras. Un mantenimiento regular de parte del equipo de AOSM asegurará que la solución siga funcionando de manera óptima. Este proyecto en su primera versión abre las puertas para mejoras, como el envió de correos electrónicos, scripts de desinstalación de aplicaciones, script de reapariciones, chatbot dentro del aplicativo, nuevos frameworks web, etc.

La seguridad del aplicativo puede mejorarse con ayuda de los certificados y firmas digitales expedida por entidades calificadas, se recomienda registrar la aplicación en el Tentant propio de Ecopetrol. Se sugiere que se tengan usuarios exclusivos para los scripts y para la conexión con el directorio activo y a que al ser usado externamente puede causar problemas en el aplicativo por ejemplo al bloquearse un usuario.

10.Referencias

Correa López, D. I. D. (2020). *El impacto de la automatización en el mundo laboral* [Tesis de pregrado, Universidad de La Laguna]. Repositorio institucional. https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/19355

Escudero Principe, J. A., & Haro Hoyos, S. E. (2023). *Sistema para la automatización del proceso de Gestión de Proveedores y Gestión de Compras en una empresa del sector Minería y Metales* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional. http://hdl.handle.net/10757/670936

Falconi Tamayo, L. F. (2021). *Desarrollo e implementación de una aplicación web para la gestión de boletería de Vilaró Microteatro Restaurante* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20292

Flores Mori, J. A. N., & Violeta Gonzales, J. A. (2021). *Propuesta de automatización del proceso de emisión de seguros de salud para una empresa aseguradora usando software RPA y un motor de asignación* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional. http://hdl.handle.net/10757/657616

Fonseca Cádiz, Y. (2023). *Despliegue en un entorno real de UPMGo: Sistema de viajes compartidos* [Trabajo fin de máster, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. https://oa.upm.es/76007/

Gracia Orejuela, K. J. (2022). *Propuesta de implementación de un proceso de despliegue automatizado, previo pruebas y análisis de código automatizado* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional. https://repositorio.puce.edu.ec/items/c3db5fdc-5a32-4a4c-8d4a-e48831b0e421

Granda-Campoverde, R., & Bermeo-Valencia, C. (2022). *Transformación digital: propuesta metodológica para la automatización de procesos desde el enfoque del BPM*. Revista Científica UISRAEL, 9(3), 47-60. https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/621

Hernandez Ruge, H. (2024). *Automatización de procesos presupuestales para proyectos de construcción a partir de la integración de metodologías de gestión, Software ERP y manejo de base de datos mediante Power Query* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86708

Nava, A., & Naspleda, F. D. (2020). *Inteligencia artificial, automatización, reestructuración capitalista y el futuro del trabajo: un estado de la cuestión*. Revista Conflicto Social, 6(12), 93-114. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7484870

Pinto Molina, S., & Granja Altamirano, K. (2023). *El impacto económico de la inteligencia artificial y la automatización en el mercado laboral*. Kosmos Revista Científica, 2(1), 14-28. https://editorialinnova.com/index.php/rck/article/view/44/44

Rodríguez Duque, J., Chica Gallego, S. E., & Gaviria, D. E. (2024*). Despliegue de plataforma de contenerización en GCP mediante infraestructura y configuración como código para prácticas de DevOps* [Tesis de especialización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio institucional. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/63773G

Yaguargos Castro, S. D. (2020). *Aplicación web progresiva (PWA) para la automatización de los procesos de gestión e información en Liga Deportiva Parroquial Totoras* [Tesis de

pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31308

11.Anexos

Anexo A: Resultados encuesta aplicada al equipo de AOSM sección Funcionalidad



Anexo A
Resultado sección funcionalidad encuesta de viabilidad (elaboración propia)

Anexo B: Resultados encuesta aplicada al equipo de AOSM sección Rendimiento



Anexo B
Resultado sección rendimiento encuesta de viabilidad (elaboración propia)

Anexo C: Resultados encuesta aplicada al equipo de AOSM sección Usabilidad



Anexo C
Resultado sección usabilidad encuesta de viabilidad (elaboración propia)

Anexo D: Resultados encuesta aplicada al equipo de AOSM sección Seguridad

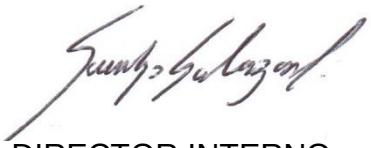


Anexo D
Resultado sección seguridad encuesta de viabilidad (elaboración propia)

EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DEL INFORME FINAL



DIRECTOR EXTERNO
Nilson Santamaria Guiza



DIRECTOR INTERNO
Santiago Salazar Fajardo



Estudiante - Pasante
Francisco Javier Velásquez Martínez