

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, GESTIÓN EMPRESARIAL E INFORMÁTICA

CARRERA DE SOFTWARE

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN SOFTWARE

FORMA: PROYECTO TECNOLÓGICO

TEMA:

SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

AUTOR:

COSME YOVANY SOTO CALDERÓN

DIRECTOR:

ING. DARWIN PAUL CARRIÓN BUENAÑO

GUARANDA – ECUADOR

2024

TEMA DEL PROYECTO TECNOLÓGICO

SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR, EN EL AÑO 2024.

DEDICATORIA

Agradezco profundamente a Dios, mi guía y fortaleza, quien ilumina mis pasos y me otorga la sabiduría necesaria para alcanzar mis metas.

A mis padres, cuya incondicional amor y sacrificio han sido la base fundamental de mi vida, su creencia en mí y su constante apoyo han sido inquebrantables. En especial, dedico este logro a mi madre, Cecilia Calderón, cuya presencia, cariño, paciencia y consejos han sido cruciales en cada etapa de mi vida, su lucha y dedicación son un ejemplo que me inspira a perseverar ante los desafíos.

A mi pareja, Thalía, por su incondicional apoyo y por impulsarme a continuar y culminar mis estudios, su presencia ha sido fundamental en mi proceso de aprendizaje.

Este proyecto es un homenaje a mi familia y a todos aquellos que, de manera directa o indirecta, han contribuido significativamente a mi formación académica y personal.

Cosme Y. Soto

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar este proyecto. Su infinita bondad ha sido mi guía en cada etapa de este proceso.

A la Universidad Estatal de Bolívar, por abrirme las puertas al conocimiento, donde he tenido la oportunidad de crecer tanto personal como profesionalmente. A la Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática, mi carrera software, por fomentar un ambiente de aprendizaje y excelencia académica, donde pude forjar mis habilidades técnicas y profesionales para enfrentar los desafíos del mundo tecnológico.

A los concejos y experiencia de mi director de proyecto, Ing. Darwin Carrión, expreso mi más sincero agradecimiento a mis pares académicos, Ing. Rodrigo Del Pozo e Ing. Maricela Espín, por su orientación, paciencia y compromiso.

Este logro no solo es mío, sino también de quienes me brindaron su apoyo incondicional.
Con profundo respeto y admiración,

Cosme Y. Soto

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN

Ing. Darwin Carrión Buenaño, Ing. Rodrigo Humberto Del Pozo Durango e Ing. Maricela Araceli Espín Morejón, en su orden Director y Pares Académicos del Trabajo de Integración Curricular "SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR" desarrollado por el señor **Cosme Yovany Soto Calderón**.

CERTIFICAN

Que, luego de revisado el Trabajo de Integración Curricular en su totalidad, cumple con las exigencias académicas de la carrera SOFTWARE, por lo tanto, autorizamos su presentación y defensa.

Guaranda, 4 de abril del 2025

DARWIN PAUL CARRION BUENAÑO

Darwin Carrión Buenaño
Director

RODRIGO HUMBERTO DEL POZO DURANGO

Rodrigo H. Del Pozo
Par Académico

MARICELA ARACELI ESPIN MOREJON

Maricela A. Espín M.
Par Académico

DERECHOS DE AUTOR

Yo Soto Calderón Cosme Yovany portador de la Cédula de Identidad No.1720819281 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: **SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**, modalidad Proyecto Tecnológico, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Cosme Yovany Soto Calderón

C.I.: 1720819281

INDICE

TEMA DEL PROYECTO TECNOLÓGICO i

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTO iii

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN iv

DERECHOS DE AUTOR v

INDICE DE CONTENIDOS vi

INDICE DE TABLAS ix

INDICE DE FIGURAS xi

INTRODUCCIÓN 1

RESUMEN 2

ABSTRACT 3

CAPÍTULO I 4

FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 4

1.1. Tema 4

1.2. Descripción del Problema 4

1.3. Justificación 5

1.4. Objetivos: 7

General 7

Específicos 7

CAPÍTULO II 8

MARCO TEÓRICO 8

2.1. Antecedentes 8

2.2. Científico 10

2.2.1. Introducción a Modelos y Metodologías de Desarrollo de Software 10

2.2.2. Metodologías tradicionales 10

2.2.3. Metodologías Ágiles 11

2.2.4. Metodologías Híbridas: Enfoque en RAD 12

2.2.5. Aplicabilidad al sistema de gestión de Laboratorios.....15

2.3. Conceptual.....15

Conceptos de Gestión de Laboratorios 15

Conceptos Tecnológicos.....16

Normativas y Estándares 18

2.4. Legal.....18

3. Georreferencial.....23

CAPITULO III.....24

METODOLOGÍA 24

3.1. Enfoque de Investigación 24

3.2. Recopilación y Análisis de Datos.....24

3.3. Metodología de Desarrollo de Software: RAD 26

3.1. Análisis de Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos 28

a. Entrevistas Semiestructuradas:.....28

b. Grupos Focales:.....32

c. Análisis de Documentos:.....34

d. Observación Directa:.....36

CAPITULO IV.....41

INGENIERÍA DEL PROYECTO.....41

4.1. Definición de Requerimientos.....41

4.1.1. Alcance del Producto 41
4.1.2. Funciones del producto 42
4.1.3. Requerimientos de Usuario 45
4.2. Diseño de Prototipos 55
4.2.1. Arquitectura del Software 55
4.2.2. Modelo arquitectónico 63
4.2.3. Patrón de navegación 64
4.2.4. Requerimientos de interfaz (RI) 65
4.3. Construcción Rápida 69
4.3.1. Tecnologías Utilizadas: 70
4.3.2. Funcionalidades Implementadas: 70
4.3.3. Interfaces con Otros Sistemas (APIs) 70
4.3.4. Diseño del Algoritmo 72
4.3.5. Codificación 72
4.3.6. Infraestructura y Configuración del Sistema 74
4.4. Transición e Implementación 78
4.4.1. Pruebas 79
CONCLUSIONES 87
RECOMENDACIONES 88
BIBLIOGRAFÍA 89
ANEXOS 97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación entre Problemas Actuales y Soluciones Propuestas 6

Tabla 2: Resumen de Estudios Relevantes 9

Tabla 3: Resumen de Modelos y Metodologías 14

Tabla 4: Información Georreferencial 23

Tabla 5: Resumen Instrumentos de recopilación de datos 26

Tabla 6: Evaluación de RAD 28

Tabla 7: Tiempos manuales de registros 38

Tabla 8: Requerimientos clave identificados 41

Tabla 9: Historia de Usuario - Gestión de Inventarios 46

Tabla 10: Historia de Usuario - Añadir nuevo reactivo 46

Tabla 11: Historia de Usuario - Solicitudes de Análisis - Registrar Consumo de reactivo 47

Tabla 12: Historia de Usuario - Recibir Alertas de Stock Bajo 47

Tabla 13: Historia de Usuario - Control de Acceso 48

Tabla 14: Historia de Usuario - Asignar Tareas Relacionadas con Análisis 48

Tabla 15: Historia de Usuario - Solicitudes de Análisis 49

Tabla 16: Historia de Usuario - Aprobar Solicitudes de Reposición 49

Tabla 17: Historia de Usuario - Informes y Estadísticas 50

Tabla 18: Historia de Usuario - Inicio de Sesión 50

Tabla 19: Historia de Usuario - Consulta de Inventario 51

Tabla 20: Historia de Usuario - Gestión de Usuarios 51

Tabla 21: Historia de Usuario - Actualizar Estado de la Solicitud 52

Tabla 22: Roles y Funciones con Nivel de Acceso 52

Tabla 23: Requerimientos no funcionales 54

Tabla 24: Tabla de colores para SYSLAB-UEB 55

Tabla 25: Recuentos de alertas por riesgo y confianza, informe Zap 82

Tabla 26: Herramientas y metodologías utilizadas 86

Tabla 27: Presupuesto estimado 102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fases Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD)..... 13

Figura 2: Centro de Investigaciones y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar..... 23

Figura 3: Etapas de desarrollo rápido de aplicaciones..... 27

Figura 4 Estructura jerárquica Laboratorios 2024 31

Figura 5: Codificación de Datos en QualCoder..... 37

Figura 6: Informe Generado en QualCoder 38

Figura 7: Logo 55

Figura 8: Vista Lógica (Diagrama de Clases)..... 57

Figura 9: Vista de Desarrollo (Diagrama de Componentes)..... 58

Figura 10: Vista de Procesos (Diagrama de Secuencia) 59

Figura 11: Vista Física (Diagrama de Despliegue)..... 60

Figura 12: Diagrama de Casos de Uso..... 61

Figura 13: Diagrama Entidad Relación ER 62

Figura 14: Navegación de interfaces 65

Figura 15: Prototipo en Figma de Inicio de sesión 66

Figura 16: Prototipo en Figma de Dashboard..... 67

Figura 17: Prototipo en Figma de Ingreso de reactivo 68

Figura 18: Prototipo en Figma de Lista inventario de reactivos..... 69

Figura 19: Prototipo en Figma de Mi laboratorio 69

Figura 20: Registro Consumo Reactivo..... 72

Figura 21: Escaneado local de OWASP ZAP..... 82

Figura 22: Cronograma de actividades 100

INTRODUCCIÓN

Una gestión eficaz de los laboratorios universitarios es clave para garantizar calidad y seguridad en la investigación científica. Sin embargo, en los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, la gestión manual de inventarios y reactivos genera ineficiencias, duplicación de insumos e incidentes de exposición no deseada, lo que compromete la confiabilidad de los resultados, como nos indica (Flores Loja & Moscoso Calle, 2020). Según (Oluwole et al., 2022), la digitalización reduce errores y optimiza recursos, ofreciendo una solución viable para este caso.

Estas deficiencias subrayan la necesidad de un sistema automatizado que agilice el seguimiento de reactivos y muestras, aspectos esenciales para la calidad investigativa (Flores Loja & Moscoso Calle, 2020). Además, normativas como la (LOTAIP, 2023) exigen registros transparentes y accesibles, y el Reglamento de Régimen Académico (CES, 2019) requiere eficiencia en la gestión de recursos, demandas que este sistema satisface mediante la centralización y digitalización de procesos.

En el año 2024, se aplicó una solución tecnológica que optimiza el control de inventarios, refuerza la protección operativa y permite monitoreo en tiempo real, mejorando la eficiencia y alineando a la universidad con estándares científicos de calidad. Este trabajo detalla el diseño, desarrollo e implementación de dicha solución, evaluando su impacto en la operatividad y el cumplimiento normativo de los laboratorios. Con el uso de una metodología ágil RAD (Desarrollo Rápido de Aplicaciones), se aprovechó las ventajas del stack PERN, integrando PostgreSQL, Express.js, React.js y Node.js, para crear una plataforma robusta y eficiente.

RESUMEN

En el año 2024, se desarrolló e implementó el Sistema de Gestión para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar (SYSLAB-UEB), una solución tecnológica destinada a optimizar la gestión de inventarios, la trazabilidad de muestras y la seguridad operativa. Los procesos manuales previos generaban ineficiencias significativas, como registros de inventario que tomaban 1 minuto y 47 segundos por entrada y aprobaciones de solicitudes de hasta 4 minutos y 30 segundos, además de fallos humanos y riesgos de exposición a reactivos peligrosos.

Para abordar estas limitaciones, se empleó la metodología de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD) y una arquitectura basada en PostgreSQL, Express.js, React.js y Node.js, logrando una herramienta automatizada que reduce los tiempos de registro a menos de 30 segundos, mejora la precisión con datos en tiempo real y garantiza seguimiento mediante alertas automáticas de stock bajo o caducidad. Las pruebas realizadas en 2025, que incluyeron evaluaciones unitarias con un 90% de cobertura, pruebas de rendimiento con respuestas promedio de 1.5 segundos bajo carga y análisis de integridad sin vulnerabilidades críticas, confirman la fiabilidad del sistema.

SYSLAB-UEB cumple con normativas como la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP, 2023) y el Reglamento de Régimen Académico (CES, 2019), fortaleciendo la calidad científica de la universidad. Este avance beneficia a estudiantes e investigadores al agilizar procesos y eleva la competitividad regional al ofrecer servicios de análisis confiables a la sociedad, consolidando un modelo replicable para otras instituciones.

ABSTRACT

In 2024, the Management System for the Laboratories of the Vice-Rectorate of Research and Outreach at the University of Bolívar (SYSLAB-UEB) was developed and implemented as a technological solution to optimize inventory management, sample traceability, and operational safety. Previous manual processes caused significant inefficiencies, such as inventory records taking 1 minute and 47 seconds per entry and request approvals lasting up to 4 minutes and 30 seconds, alongside human errors and risks of exposure to hazardous reagents.

To address these issues, the Rapid Application Development (RAD) methodology and an architecture based on PostgreSQL, Express.js, React.js, and Node.js were employed, resulting in an automated tool that cuts registration times to under 30 seconds, enhances accuracy with real-time data, and ensures traceability through automatic low-stock or expiration alerts. Tests conducted in 2025, including unit tests with 90% coverage, performance evaluations averaging 1.5 seconds under load, and security assessments revealing no critical vulnerabilities, confirm the system's reliability.

SYSLAB-UEB complies with regulations such as the Organic Law on Transparency and Access to Public Information (LOTAIP, 2023) and the Academic Regime Regulation (CES, 2019), enhancing the university's scientific quality. This development benefits students and researchers by streamlining processes and boosts regional competitiveness by providing reliable analysis services to society, establishing a replicable model for other institutions.

CAPÍTULO I

FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1. Tema

Sistema de Gestión para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, en el año 2024.

1.2. Descripción del Problema

Los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar son fundamentales para el desarrollo académico y científico de la institución. Sin embargo, el manejo manual de inventarios y reactivos genera serias dificultades que afectan su operatividad y comprometen la calidad de la investigación.

Además, los retrasos del sistema manual afectan la eficiencia en el uso de recursos de la institución. El personal, incluidos analistas y directores, invierte tiempo excesivo en tareas manuales que podrían agilizarse, limitando su disponibilidad para actividades prioritarias. Por ejemplo, ingresar datos para investigaciones toma 4 minutos 30 segundos y las aprobaciones manuales, dependientes del director, demoran días, perjudicando a estudiantes y tesistas esperando aprobaciones en lugar de avanzar en sus investigaciones.

La falta de automatización incrementa imprecisiones y afecta la confiabilidad de los análisis, esto se agrava por el manejo desorganizado de reactivos peligrosos, evidenciado en incidentes de exposición no deseada y por la falta de control documental, lo que incrementa la posibilidad de pérdida de datos críticos. (Alejandro Beltrán, 2023) señala que la automatización puede reducir estos errores hasta en un 30%, un beneficio directamente aplicable a los laboratorios de la universidad para mejorar la precisión y resguardo.

Por otro lado, la ausencia de un sistema centralizado que gestione inventarios, apruebe accesos y optimice recursos causa estas ineficiencias. Esto no solo reduce

la productividad y causa desperdicio de materiales, sino que también pone en riesgo la seguridad del personal y limita la competitividad de la Universidad frente a estándares éticos y científicos. En respuesta, este estudio propone un sistema automatizado para el año 2024, que optimice la administración de inventarios y la trazabilidad de muestras, integre los procesos existentes y garantice un entorno más seguro y eficiente, alineándose con normativas institucionales y necesidades operativas.

1.3. Justificación

Los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación enfrentan desafíos críticos por la falta de un sistema automatizado para gestionar inventarios, muestras, servicios e investigaciones. El registro manual genera inconsistencias en el stock debido a actualizaciones tardías, afectando la planificación y uso eficiente de recursos. Ingresar datos para investigaciones toma 4 minutos 30 segundos y las aprobaciones manuales, dependientes del director, demoran días, perjudicando a estudiantes y tesistas. Además, la trazabilidad deficiente de muestras y el manejo riesgoso de reactivos peligrosos ponen en riesgo la integridad de los resultados científicos y la seguridad del personal.

Un sistema automatizado es fundamental para superar estas limitaciones y mejorar la operatividad. Se espera reducir los tiempos de registro de 1 minuto 47 segundos a menos de 30 segundos según pruebas realizadas en 2025, aumentar la precisión mediante datos centralizados y cumplir con el Reglamento (CES, 2019) sobre eficiencia y la (LOTAIP, 2023) sobre transparencia, posicionando a la universidad como referente científico regional.

Entre los beneficios destaca la mayor confiabilidad de resultados al eliminar errores manuales reduciéndolos en un 30%, según (Alejandro Beltrán, 2023) y agilizar accesos con notificaciones automáticas, optimizando recursos y adaptabilidad a demandas investigativas.

Esto beneficia a la comunidad universitaria y a la sociedad en general. Por un lado, estudiantes e investigadores podrán acceder rápidamente a los laboratorios, lo que mejorará su formación al permitirles realizar experimentos y prácticas de manera más eficiente. Por otro lado, la disponibilidad de servicios de análisis confiables, fortalecerá las alianzas con actores locales y contribuirá al desarrollo científico-tecnológico regional.

Metodológicamente, el proyecto emplea bases de datos relacionales e interfaces dinámicas para modernizar procesos, ofreciendo un modelo replicable (Reglamentos UEB, 2017) que asegura transparencia, seguridad y eficiencia, alineado con estándares de calidad.

Tabla 1: *Comparación entre Problemas Actuales y Soluciones Propuestas*

Aspecto	Problema	Solución
Registro de Inventarios	1 min 47 segundos por entrada, inconsistencias en el stock	Automatización, <30 segundos por entrada, datos en tiempo real
Ingreso de Investigaciones	4 min 30 segundos, demoras en aprobación	Formularios rápidos, notificaciones instantáneas
Trazabilidad de Muestras	Inadecuada, errores en análisis	Registro centralizado con seguimiento cronológico
Seguridad del Personal	Riesgos por manejo de reactivos peligrosos	Controles automatizados y alertas de seguridad en control de reactivos

Fuente: *Elaboración propia con base en observaciones y datos recopilados en los laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación, en el año 2024.*

1.4. Objetivos:

1.4.1. General

Implementar un Sistema de Gestión para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, en el año 2024**.**

1.4.2. Específicos

1. Evaluar las deficiencias actuales en la gestión manual de inventarios, trazabilidad de muestras y seguridad en los Laboratorios del Vicerrectorado, identificando tiempos, errores y riesgos específicos mediante observaciones y entrevistas.

2. Diseñar una arquitectura de software escalable, que permita agregar funcionalidades mejore el rendimiento y que proteja los datos, integrando la administración de inventarios, el control de accesos y el monitoreo de muestras.

3. Desarrollar el sistema automatizado, garantizando su integración con los procesos existentes de la Universidad y capacitando al personal en su uso mediante sesiones prácticas.

4. Verificar que el sistema sea fiable, mediante pruebas de rendimiento y usabilidad, que satisfaga las necesidades operativas de los laboratorios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La gestión automatizada de Laboratorios es clave para la investigación académica moderna. Oluwafemi Gabriel (Oluwole et al., 2022) evaluaron un Sistema de Gestión de Información de Laboratorios (LIMS) , cuyos hallazgos sobre reducción de errores y trazabilidad permanecen vigentes según tendencias actuales. Además, un estudio reciente (Agasisti et al., 2023) proporciona un marco para entender el impacto de las TIC en la eficiencia educativa. Un análisis comparativo (*A Comparative Analysis of Automatic and Manual Systems in Modern Technology*, 2023) encontró que la automatización incrementa la productividad en un 25% y reduce costos operativos, un beneficio aplicable a laboratorios universitarios como los de la Universidad Estatal de Bolívar, donde la duplicación de pedidos y el manejo ineficiente de reactivos representan gastos evitables.

En el ámbito educativo, el Glosario Internacional (RIACES, 2004) propone un marco de mejora continua adoptado en América Latina para garantizar la calidad en procesos, incluyendo laboratorios universitarios. (Flores Loja & Moscoso Calle, 2020) demostraron que un sistema basado en ISO 9001:2015 aumentó la eficiencia operativa en un 20% y la satisfacción del usuario en un 15%, resultados replicables en la Universidad Estatal de Bolívar. La pandemia de COVID-19 subrayó la urgencia de sistemas digitales robustos, según (UNESCO & IESALC, 2020), al evidenciar la necesidad de gestionar recursos educativos a distancia.

En Ecuador, normativas como el Reglamento de Régimen Académico (CES, 2019), Art. 37 exigen eficiencia en la gestión de recursos de investigación, mientras que la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP, 2023), Art. 7 promueve transparencia institucional. Estas regulaciones respaldan un sistema automatizado en los Laboratorios del Vicerrectorado de la Universidad Estatal de Bolívar que asegure rastreo y seguridad

La reutilización de documentación y tecnologías como IoT y AI optimizan la trazabilidad en tiempo real y la automatización. Un estudio de la Universidad Politécnica Salesiana (Flores Loja & Moscoso Calle, 2020) destaca su aporte al control académica eficiente, un enfoque crucial para modernizar Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar.

Tabla 2: *Resumen de Estudios Relevantes*

Referencia	Año	Hallazgo Principal	Relevancia
Oluwafemi Gabriel Oluwole et al.	2022	Reducción de errores en gestión de muestras, mejora trazabilidad	Apoya la necesidad de LIMS para optimizar procesos
A Comparative Analysis of Automatic and Manual Systems	2023	Incremento 25% productividad, reducción costos	Justifica automatización en laboratorios
RIACES, Glosario Internacional	2004	Marco para calidad en educación y laboratorios	Refuerza estándares de calidad en la Universidad Estatal de Bolívar
Flores Loja & Moscoso Calle	2020	Mejora 20% eficiencia, 15% satisfacción usuario	Apoya beneficios de sistemas de gestión
UNESCO & IESALC, COVID-19 Educación Superior	2020	Necesidad de sistemas robustos para gestión digital	Resalta urgencia de transformación digital
Tesis sobre Plataforma Virtual, UPS	2023	Uso de IoT y AI para gestión eficiente	Refuerza adopción tecnologías emergentes

Fuente: *Elaboración propia, facilita la comparación y refuerza la justificación del sistema.*

2.2. Científico

2.2.1. Introducción a Modelos y Metodologías de Desarrollo de Software

Los modelos y metodologías de desarrollo de software guían el proceso desde los requisitos hasta la implementación, siendo vitales en proyectos como la gestión de laboratorios, donde se requiere flexibilidad e interacción con usuarios.

2.2.2. Metodologías tradicionales

Las metodologías tradicionales proporcionan un marco sistemático, útil para proyectos con requisitos bien definidos.

La **Cascada**, pionera en este enfoque, sigue una secuencia lineal de fases: requisitos, diseño, implementación, verificación y mantenimiento (UCMA, 2022). Su estructura clara facilita su manejo, pero su rigidez limita la adaptabilidad a cambios, lo que podría ser un inconveniente para nuestra intención, donde los requisitos de los laboratorios (como gestión de accesos y trazabilidad) pueden evolucionar. Por ejemplo, un cambio en las necesidades de los analistas podría requerir ajustes que la Cascada no soporta eficientemente.

El modelo **Prototipo** permite crear versiones preliminares para obtener retroalimentación del usuario, siendo ideal cuando los requisitos no están claros al inicio (UnADM, 2023). Esto podría ser útil para diseñar interfaces iniciales con los analistas, pero su enfoque iterativo puede extender los plazos, algo a considerar dado el cronograma de 2024. Por ejemplo, prototipar el control de inventarios podría ser lento si se requiere múltiples iteraciones antes de avanzar.

El modelo **Espiral**, propuesto por Boehm, integra elementos de Cascada y Prototipo, enfatizando la dirección de riesgos mediante ciclos iterativos (Delgado Olivera & Díaz Alonso, 2021). Aunque adecuado para proyectos complejos, su enfoque en riesgos podría ser excesivo para un sistema de gestión de laboratorios con alcance moderado, como el nuestro, donde los recursos y el tiempo son limitados.

Estas metodologías, aunque fundamentales, presentan limitaciones para el proyecto, especialmente por su falta de flexibilidad frente a requisitos cambiantes y su enfoque menos participativo, que podría no satisfacer las necesidades de interacción con el personal de los laboratorios del Vicerrectorado.

2.2.3. Metodologías Ágiles

Las metodologías ágiles han ganado relevancia por su capacidad de adaptarse rápidamente a cambios y entregar valor continuo al cliente. Según (Alexandra, 2023), estas metodologías priorizan la entrega frecuente de software funcional, con ciclos de semanas o meses, y fomentan la colaboración cercana entre desarrolladores y usuarios. Esto es crucial para el proyecto, donde la retroalimentación de analistas y el director será esencial para ajustar módulos como inventarios o trazabilidad.

Scrum, un marco iterativo e incremental, define roles como el Product Owner, el Scrum Master y el Equipo de Desarrollo, con eventos como la planificación del sprint y reuniones diarias (López, 2021). Podría ser útil para organizar el desarrollo en sprints, priorizando módulos como inventarios o seguimientos, pero su enfoque intensivo en reuniones podría ser un desafío dado el tiempo limitado, especialmente considerando la disponibilidad de los laboratorios del Vicerrectorado. Por ejemplo, reuniones diarias podrían ser difíciles de coordinar con analistas ocupados.

Extreme Programming (**XP**) se centra en prácticas como la programación en parejas y el desarrollo guiado por pruebas (Test-Driven Development TDD), una técnica donde se escriben pruebas antes del código para garantizar su funcionalidad, promoviendo ciclos cortos y participación activa del cliente, lo que podría mejorar la calidad del sistema (UnADM, 2023). Sin embargo, requiere un equipo técnico altamente capacitado, algo que podría no estar disponible en nuestro contexto, limitando su aplicabilidad. Por ejemplo, la programación en parejas podría ser costosa en términos de recursos humanos.

Kanban utiliza el control visual del flujo de trabajo, limitando el trabajo en progreso (Work In Progress WIP) para optimizar la eficiencia (UnADM, 2023). Esto podría ayudar a gestionar tareas como la implementación de módulos, pero su

enfoque menos estructurado podría dificultar la coordinación con stakeholders no técnicos, como los analistas de laboratorio, quienes podrían necesitar un marco más definido para entender el progreso.

Estas metodologías se basan en los 12 Principios del Manifiesto Ágil (López, 2021), concebidos en 2001, que priorizan la satisfacción del cliente mediante entregas tempranas y continuas, aceptando cambios en requisitos y promoviendo la colaboración. Sin embargo, su implementación intensiva podría no ajustarse completamente a los plazos y recursos de este trabajo, especialmente considerando la necesidad de prototipos rápidos y validación con usuarios.

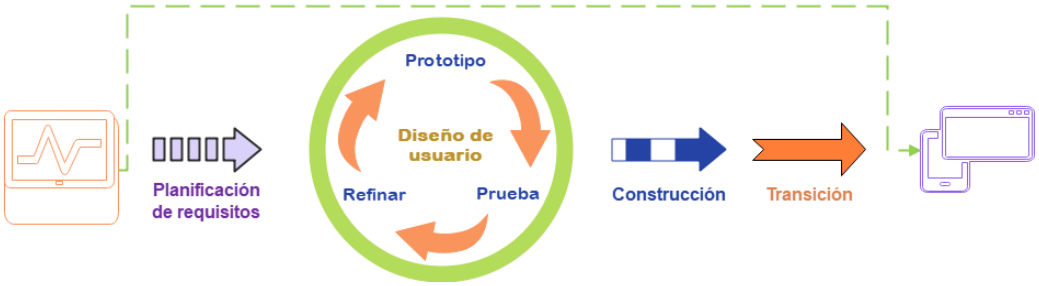
2.2.4. Metodologías Híbridas: Enfoque en RAD

Las metodologías híbridas combinan elementos de tradicionales y ágiles, ofreciendo flexibilidad y eficiencia. El Modelo de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD), propuesto por James Martin en 1991, prioriza prototipos rápidos y retroalimentación constante para acelerar el desarrollo y adaptarse a cambios (Fernández Sabaté & María del Milagro, 2023). Este enfoque es ideal para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, ya que permite ajustar requisitos iniciales como la gestión de inventarios o trazabilidad con base en las necesidades de analistas y directores.

RAD incluye cuatro etapas:

- ***Definición de Requisitos:*** Identificación de necesidades mediante reuniones con usuarios.
- ***Diseño de Prototipos:*** Creación de modelos iniciales, como interfaces de inventario.
- ***Construcción Rápida:*** Desarrollo acelerado del sistema.
- ***Transición:*** Implementación y ajustes finales.

Figura 1: *Fases Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD)*



Fuente: *Elaboración propia basada en Fernández Sabaté & María del Milagro, 2023.*

Por ejemplo, en la definición de requisitos, podrías realizar diseño conjunto de aplicaciones (Joint application design JAD) con los analistas para identificar necesidades, mientras que, en el diseño, creamos wireframes para la interfaz de inventarios. Este enfoque reduce significativamente el tiempo de desarrollo y mejora la satisfacción del usuario, aspectos esenciales para cumplir con el cronograma y garantizar la adopción del sistema. Sin embargo, su implementación exige reuniones frecuentes, lo que puede representar un desafío logístico, especialmente en equipos distribuidos geográficamente o con disponibilidad de tiempo limitada.

Para mitigar esta dificultad, se recomienda mejorar la comunicación a través de herramientas como WhatsApp o Telegram para mensajería instantánea, sesiones virtuales estructuradas y agendas claras, lo que permite la interacción tanto en tiempo real como de forma asincrónica. Estas estrategias facilitan la toma de decisiones ágil, reducen los tiempos de espera y minimizan los bloqueos en el desarrollo, asegurando así la eficiencia del proceso sin comprometer la calidad del producto final.

Tabla 3: *Resumen de Modelos y Metodologías*

Enfoque	**Características Principales**	**Ventajas**	**Limitaciones**	**Relevancia para el Proyecto**
Cascada	Secuencial, fases bien definidas	Estructura clara, fácil de gestionar	Rigidez, poco adaptable a cambios	Poco adecuado por requisitos cambiantes
Prototipo	Iterativo, versiones preliminares para retroalimentación	Ideal para requisitos inciertos	Puede extender plazos	Útil para interfaces, pero lento para plazos
Espiral	Ciclos iterativos, enfoque en riesgos	Gestión de riesgos, flexibilidad	Complejo, excesivo para alcance moderado	No óptimo por recursos limitados
Scrum	Iterativo, roles definidos, sprints cortos	Entrega continua, colaboración cercana	Requiere reuniones intensivas	Flexible, pero puede ser lento para validación
XP (Extreme Programming)	Programación en parejas, TDD, ciclos cortos	Alta calidad, participación cliente	Necesita equipo técnico avanzado	Útil, pero recursos limitados pueden ser barrera
Kanban	Gestión visual, límite de trabajo en progreso	Optimización del flujo, eficiencia	Menos estructurado, difícil con stakeholders no técnicos	Adecuado para tareas, pero coordinación compleja
RAD	Prototipos rápidos, retroalimentación constante, iterativo	Desarrollo rápido, adaptable, alta satisfacción	Requiere reuniones frecuentes, gestión logística	Ideal para requisitos cambiantes y validación rápida

Fuente: *Elaboración propia, facilita la comparación y refuerza la elección de RAD.*

2.2.5. Aplicabilidad al sistema de gestión de Laboratorios

La elección de RAD se justifica por su capacidad para adaptarse a las necesidades dinámicas de los laboratorios, como la gestión en tiempo real de inventarios y la trazabilidad de muestras, alineándose con los objetivos de perfeccionar procesos y garantizar seguridad, como se desprende de los antecedentes. Otros modelos, como Cascada, son menos adecuados debido a su rigidez, mientras que las metodologías ágiles, aunque flexibles, podrían ser intensivas en recursos para nuestro contexto. RAD, con su enfoque en prototipos rápidos y retroalimentación constante, permite validar módulos como el control de accesos con los analistas, asegurando que el sistema sea usable y eficiente dentro del plazo de 2024.

2.3. Conceptual

Conceptos de Gestión de Laboratorios

Automatización

La automatización, en este contexto, se refiere a la implementación de sistemas y procesos que reducen la dependencia de tareas manuales en la gestión de los laboratorios, mejorando la eficiencia, precisión y protección. Por ejemplo, automatizar el registro de inventarios reducirá errores y acelerará el acceso a datos críticos (Redhat, 2023).

Inventario

El inventario en los Laboratorios del Vicerrectorado de la Universidad Estatal de Bolívar abarca una lista detallada de reactivos, equipos y recursos, incluyendo cantidad y estado, accesible en tiempo real mediante el sistema (Munyaka & Yadavalli, 2022).

Reactivos

Los reactivos son sustancias químicas o biológicas utilizadas en experimentos y pruebas en los laboratorios. Su administración adecuada es crucial para la precisión de los resultados y la seguridad del personal, y el sistema permitirá trackear su uso y disponibilidad (Pérez Porto, 2021).

Kardex

En este sistema, el Kardex es un registro digital que trackea el movimiento de inventario, incluyendo entradas, salidas y ajustes de reactivos y otros recursos. Proporciona un registro preciso y accesible para el control eficiente del inventario, facilitando la auditoría y el control (Siigo, s. f.).

Informe

Los informes en este sistema se refieren a documentos generados automáticamente que proporcionan resúmenes y detalles sobre actividades, inventario, resultados de pruebas, etc., para fines de auditoría, investigación y cumplimiento normativo. Los informes serán generados en formato PDF o Word, según sea necesario, y serán accesibles a través de la interfaz del sistema (Raffino, 2024).

Sistema de Alertas Tempranas

El sistema de alertas tempranas integrado en el sistema de gestión de laboratorios notificará a los usuarios sobre situaciones críticas, como stock bajo de reactivos, reactivos caducando, o cualquier otra condición que requiera atención inmediata, ayudando a prevenir problemas y asegurar la continuidad de las operaciones (Desastres, 2023).

Rework

En el contexto de los laboratorios, 'rework' refiere a repetir experimentos por errores, como un análisis fallido por reactivos caducados, con el sistema registrando estas incidencias para prevenir futuras repeticiones.

Conceptos Tecnológicos

Backend

El backend del sistema de laboratorios se refiere a la parte del software que maneja la lógica, la base de datos y las operaciones internas, no visible directamente para los usuarios finales. En este proyecto, el backend será desarrollado usando Node.js

y Express, con PostgreSQL como base de datos, procesando datos como el consumo de reactivos y generando alertas (Celi Párraga et al., 2023).

Frontend

El frontend del sistema es la interfaz de usuario mediante la cual los analistas, investigadores y administradores interactúan para realizar tareas como el registro de inventario, el manejo de muestras y la generación de informes. Se desarrollará usando React para proporcionar una experiencia de usuario dinámica y receptiva, adaptada a las necesidades del personal de los laboratorios del Vicerrectorado (Celi Párraga et al., 2023).

SQL (Structured Query Language)

SQL (Structured Query Language) es el lenguaje utilizado para gestionar y manipular datos en bases de datos relacionales, como PostgreSQL, que se utilizará en este sistema para almacenar y consultar información sobre inventarios, muestras y usuarios (Datademia, 2019).

React

React será utilizado para desarrollar la interfaz de usuario del sistema, proporcionando una experiencia interactiva y eficiente para los usuarios, facilitando tareas como la entrada de datos y la visualización de informes.

WCAG 2.1

El sistema de gestión de laboratorios, si tiene una interfaz web, cumplirá con las Directrices de Acceso a Contenido Web (WCAG) 2.1 para asegurar que sea accesible para todos los usuarios, incluyendo aquellos con discapacidades, promoviendo la inclusividad en el acceso a la información. Las Directrices de Accesibilidad Web 2.1 (Initiative (WAI), s. f.) son un conjunto de pautas internacionales que proporcionan un marco para diseñar sitios web y aplicaciones accesibles para personas con discapacidades.

Normativas y Estándares

ISO 27001

La Norma Internacional de Seguridad de la Información ISO 27001 es un estándar internacional que establece los requisitos para un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI). El sistema de gestión de laboratorios será diseñado para cumplir con los estándares de ISO 27001, asegurando la integridad de la información y los datos del laboratorio, protegiendo contra amenazas y vulnerabilidades (GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN, 2022).

2.4. Legal

La implementación del "SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR, EN EL AÑO 2024" se fundamenta en el siguiente marco legal:

“Constitución de la República del Ecuador (2008)”

Art. 16, numeral 2: “El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.”

Art. 355, párrafo 2: “Se reconoce a las universidades y escuelas politécnicas el derecho a la autonomía, ejercida y comprendida de manera solidaria y responsable. Dicha autonomía garantiza el ejercicio de la libertad académica y el derecho a la búsqueda de la verdad, sin restricciones; el gobierno y gestión de sí mismas, en consonancia con los principios de alternancia, transparencia y los derechos políticos; y la producción de ciencia, tecnología, cultura y arte.”

“Ley Orgánica de Educación Superior (LOES, 2018)”

Art. 93: “Principio de Calidad - Principio de Calidad.- El principio de calidad establece la búsqueda continua, auto-reflexiva del mejoramiento, aseguramiento y construcción colectiva de la cultura de la calidad educativa superior con la participación de todos los estamentos de las instituciones de educación superior y

el Sistema de Educación Superior, basada en el equilibrio de la docencia, la investigación e innovación y la vinculación con la sociedad, orientadas por la pertinencia, la inclusión, la democratización del acceso y la equidad, la diversidad, la autonomía responsable, la integralidad, la democracia, la producción de conocimiento, el diálogo de saberes, y valores ciudadanos."

Art. 94: "Sistema Interinstitucional de Aseguramiento de la Calidad - Tiene por objeto garantizar el efectivo cumplimiento del principio de calidad consagrado en la Constitución y en la presente ley, intervendrán como principales actores de este Sistema el Consejo de Educación Superior, el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior y las Instituciones de Educación Superior.

Este sistema se sustentará principalmente en la autoevaluación permanente que las instituciones de educación superior realizan sobre el cumplimiento de sus propósitos.

El Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior acreditará a las instituciones de educación superior, carreras y programas conforme lo establecido en esta Ley y el Reglamento que se expida para el efecto.

El Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior planificará y coordinará la operación del Sistema de Aseguramiento de la Calidad; sus decisiones en esta materia son de obligatorio cumplimiento para todos los organismos e instituciones que integran el Sistema de Educación Superior."

Art. 95: "Criterios y Estándares para la Acreditación - El Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior establecerá modelos que incluirán criterios y estándares cuantitativos y cualitativos, que las instituciones de educación superior, carreras y programas deberán alcanzar para ser acreditadas; entendiendo que el fin último es la calidad y no la acreditación.

Los criterios y más instrumentos para el aseguramiento de la calidad serán establecidos de acuerdo a lo previsto en el Art. 93 de esta ley, el nivel y la modalidad de la educación, así como al proceso de acceso y relación con el sistema nacional de educación, las acciones para la permanencia, movilidad y titulación; se referirán

fundamentalmente al ambiente de aprendizaje, al proceso de formación e innovación pedagógica y a los resultados del aprendizaje."

***Art. 96:* "**Aseguramiento interno de la calidad - El aseguramiento interno de la calidad es un conjunto de acciones que llevan a cabo las instituciones de educación superior, con la finalidad de desarrollar y aplicar políticas efectivas para promover el desarrollo constante de la calidad de las carreras, programas académicos; en coordinación con otros actores del Sistema de Educación Superior."

"Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017)"

Art. 225, numeral 6: "El fomento de la investigación, desarrollo y uso de las mejores tecnologías disponibles que minimicen los impactos al ambiente y la salud humana."

Art. 245, numeral 2: "Optimizar el aprovechamiento sustentable de materias primas."

***numeral 4:* "**Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes al ambiente, considerando el ciclo de vida del producto."

"Código Orgánico Integral Penal (COIP, 2014)"

Art. 178: - "Violación a la intimidad. - La persona que, sin contar con el consentimiento o la autorización legal, acceda, intercepte, examine, retenga, grabe, reproduzca, difunda o publique datos personales, mensajes de datos, voz, audio y vídeo, objetos postales, información contenida en soportes informáticos, comunicaciones privadas o reservadas de otra persona por cualquier medio, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años."

Art. 234: "Acceso no consentido a un sistema informático, telemático o de telecomunicaciones.

1. La persona que sin autorización acceda en todo o en parte a un sistema informático o sistema telemático o de telecomunicaciones o se mantenga dentro del

mismo en contra de la voluntad de quien tenga el legítimo derecho sobre dicho sistema, será sancionada con la pena privativa de la libertad de tres a cinco años.

2. Si la persona que accede al sistema lo hace para explotar ilegítimamente el acceso logrado, modificar un portal web, desviar o redireccionar el tráfico de datos o voz u ofrecer servicios que estos sistemas proveen a terceros, sin pagarlos a las o los proveedores de servicios legítimos, será sancionada con la pena privativa de la libertad de tres a cinco años."

"Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP, 2023)"

Art. 1: "Objeto. – La presente Ley tiene por objeto garantizar y regular el derecho de acceso a la información pública en cumplimiento de la Constitución de la República del Ecuador, la ley; y, de los instrumentos internacionales ratificados por el Estado ecuatoriano."

Art. 5, literal a: "Accesibilidad e Integridad: La información entregada debe ser completa, comprensible, útil, fidedigna, veraz y estar disponible en formatos accesibles a través de un sistema de búsqueda simple y eficaz."

"Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación (INGENIOS, 2016)"

Art. 142: "Tecnologías libres. - Se entiende por tecnologías libres al software de código abierto, los estándares abiertos, los contenidos libres y el hardware libre. Los tres primeros son considerados como Tecnologías Digitales Libres.

Se entiende por software de código abierto al software en cuya licencia el titular garantiza al usuario el acceso al código fuente y lo faculta a usar dicho software con cualquier propósito. Especialmente otorga a los usuarios, entre otras, las siguientes libertades esenciales:

- La libertad de ejecutar el software para cualquier propósito;

- La libertad de estudiar cómo funciona el software, y modificarlo para adaptarlo a cualquier necesidad. El acceso al código fuente es una condición imprescindible para ello;
- La libertad de redistribuir copias; y,
- La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros.

Se entiende por código fuente, al conjunto de instrucciones escritas en algún lenguaje de programación, diseñadas con el fi n de ser leídas y transformadas por alguna herramienta de software en lenguaje de máquina o instrucciones ejecutables en la máquina."

Art. 144: "Uso de tecnologías digitales libres en los sistemas de educación. - Las instituciones del sistema nacional de educación y del sistema de educación superior, únicamente para su funcionamiento administrativo, deberán usar software siguiendo el esquema de prelación y criterios establecidos en el artículo 148.

No obstante, lo anterior, las instituciones del Sistema de Educación Superior no estarán obligadas a usar exclusivamente tecnologías digitales libres en el ejercicio de la libertad de cátedra y de investigación, pero deberá garantizarse una enseñanza holística de soluciones informáticas independientemente de su tipo de licenciamiento."

El marco legal vigente en Ecuador no impide la implementación del "Sistema de Gestión para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar". Las normativas mencionadas promueven el uso de tecnologías, garantizan el acceso a la información, y fomentan la investigación y la innovación, lo que respalda la viabilidad del proyecto en concordancia con los principios de calidad y sostenibilidad.

3. Georreferencial

Figura 2: *Centro de Investigaciones y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar*



Fuente: *Google Maps*

Tabla 4: *Información Georreferencial.*

País:	Ecuador
Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Institución:	LABORATORIOS DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.
Latitud, Longitud:	-1.614112, -78.997942

Fuente: *Elaboración propia.*

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de Investigación

La investigación fue de carácter aplicado, empleando un sistema automatizado para resolver problemas específicos en la gestión de Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar en el año 2024, como ineficiencias en inventarios, monitoreo de muestras y seguridad operativa. Según (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018), este enfoque genera soluciones prácticas para contextos reales, mejorando la operatividad de los laboratorios mediante la automatización, clave para reducir errores y optimizar recursos en manejo de inventarios, análisis, trazabilidad y servicios externos.

Se empleó un enfoque mixto, integrando análisis cuantitativo para medir indicadores como la reducción del tiempo de registro de inventarios de 1 minutos 47 segundos a menos de 10 segundos y cualitativo para evaluar percepciones de usuarios, como la facilidad de uso de la interfaz, mediante encuestas post-implementación.

Ishtiaq, 2019, señala que este método combina datos numéricos y narrativos para una visión integral, permitiendo validar tanto el desempeño técnico como la aceptación del sistema entre analistas y el director.

3.2. Recopilación y Análisis de Datos

La recopilación de datos fue esencial para analizar deficiencias y validar el sistema. Se usaron las siguientes técnicas:

- **Entrevistas Semiestructuradas:** Se entrevistó al personal del Vicerrectorado (director, supervisor, analistas, técnicos) entre octubre y noviembre de 2024, con sesiones de 20-35 minutos, para identificar necesidades y desafíos operativos.

- **Grupos Focales:** Se organizaron sesiones con hasta 8 participantes, incluyendo directores de laboratorio, supervisores y técnicos/analistas, para validar hallazgos iniciales y priorizar requisitos, como la necesidad de notificaciones instantáneas para aprobaciones. Las sesiones individuales duraron 20-35 minutos, mientras que las grupales alcanzaron hasta 1 hora 15 minutos, usando guías de discusión para facilitar la interacción, alineado con el enfoque participativo de RAD (Avalos Trujillo, 2024).

- **Análisis de Documentos:** Se revisaron al menos 15 documentos, incluyendo registros de inventarios, proformas, informes y procedimientos, para identificar áreas de mejora. Se usaron listas de verificación para detectar discrepancias entre procedimientos documentados y la práctica real, proporcionando una base sólida para el diseño del sistema.

- **Observación Directa:** Se observaron procesos manuales en 5 sesiones de 20 minutos entre noviembre de 2024 y enero de 2025, y actualmente se están analizando los resultados para validar las mejoras implementadas.

Los datos cuantitativos, como el tiempo de registro de inventarios (1 min 47 segundos), se procesaron en Excel para calcular medias y desviaciones estándar, comparándolos con resultados post-implementación.

Los datos cualitativos, como percepciones de usuarios sobre facilidad de uso o barreras de adopción, se codificaron mediante análisis temático de entrevistas y grupos focales, facilitando la identificación de temas clave, usando software open-source como QualCoder para mayor profundidad, promoviendo el uso de herramientas gratuitas y alineándose con los principios de open-source.

Los resultados de estos análisis se presentan en la siguiente sección, donde se profundiza en las técnicas empleadas y sus hallazgos.

Tabla 5: *Resumen Instrumentos de recopilación de datos*

Instrumento	Objetivo	Participantes	Duración	Justificación
Entrevistas semiestructuradas	Identificar necesidades y desafíos actuales	Director, analistas (5-7 personas)	20-35 min individuales	Permitió explorar percepciones cualitativas, adaptándose a respuestas
Grupos focales	Validar hallazgos y priorizar requisitos	Directores, supervisores, técnicos (hasta 8)	Hasta 1h 15 min grupales	Generó ideas colaborativas, alineado con RAD participativo
Análisis de documentos	Detectar discrepancias en procesos documentados	Documentos actuales (15)	N/A	Proporcionó base para entender flujos existentes
Observación directa	Capturar detalles de procesos manuales no documentados	Técnicos/analistas (sesiones diarias)	20 min por día	Registró tiempos y prácticas reales, esencial para cuantitativos

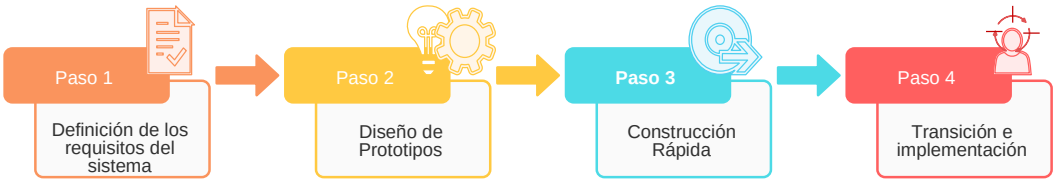
Fuente: *Elaboración propia, organiza los instrumentos, facilitando la comprensión y asegurando la cobertura de ambos enfoques.*

3.3.Metodología de Desarrollo de Software: RAD

El sistema se desarrolló con el Modelo de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD), creado por James Martin (1991), que usa prototipos rápidos y retroalimentación para agilizar el desarrollo y adaptarse a cambios (Fernández

Sabaté & María del Milagro, 2023). RAD se aplicó en cuatro etapas alineadas al cronograma de 2024-2025:

Figura 3: *Etapas de desarrollo rápido de aplicaciones*



Fuente*: Elaboración propia en base a (Cruz et al., 2024)*

- **Definición de Requisitos:** Se realizaron reuniones intensivas con stakeholders (analistas, supervisor, director) del 14-24/10/24 durante 10 días, para identificar necesidades, como la gestión en tiempo real del kardex o la aprobación automática de accesos. Se emplearon entrevistas tradicionales, programadas según la disponibilidad de los involucrados, utilizando calendarios para anticipar horarios.
- **Diseño de Prototipos:** Se desarrollaron wireframes y mockups de la interfaz, como formularios para registrar inventarios, usando Figma, del 29/10/24-08/11/24 durante 10 días, con iteraciones basadas en la opinión de los usuarios. También se basaron en interfaces de la base de datos utilizando Mermaid para diagramas, facilitando la visualización de relaciones.
- **Construcción Rápida:** Se implementó el sistema usando la arquitectura PERN (PostgreSQL, Express, React, Node.js), priorizando componentes reutilizables, del 11/11/24-03/01/25 durante 33 días. Se usó Visual Studio Code para codificación, con la extensión RapidAPI para pruebas de APIs, asegurando la integración y funcionalidad.
- **Transición e Implementación:** Se migraron datos existentes (como inventarios actuales) al sistema, se realizaron pruebas exhaustivas con RapidAPI, y se capacitó al personal en sesiones de 2 horas del 17-21/02/25 los últimos 5 días de las reuniones, asegurando la adopción, incluyendo la conversión de datos y la revisión post-implementación.

RAD ofreció beneficios clave, como la reducción del tiempo de desarrollo, la mejora de la flexibilidad y la gestión de riesgos mediante la identificación temprana

de problemas, promoviendo una mayor satisfacción del usuario final y una mejor calidad del producto debido a la participación continua (Beres, 2024). Sin embargo, presentó desafíos, como la posible negligencia en la arquitectura del sistema y la necesidad de reuniones frecuentes, mitigados con herramientas como WhatsApp para comunicación asincrónica.

Tabla 6: *Evaluación de RAD*

Aspecto	Ventajas	Desventajas
Reducción De Riesgos	Identificación temprana de problemas	Posible negligencia en la arquitectura del sistema
Participación Activa	Mejora la satisfacción y calidad del producto	Requiere reuniones frecuentes, gestión logística
Desarrollo Rápido	Menos programación manual, tiempos de prueba cortos	Dificultad en proyectos grandes

Fuente: *Elaboración propia, tabla resume los pros y contras*

3.1.Análisis de Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos

La recopilación de datos fue un pilar fundamental para el desarrollo del Sistema de Gestión de Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar. A través de las técnicas e instrumentos empleados, integrados con la metodología RAD, se obtuvo una comprensión exhaustiva de las necesidades, desafíos y procesos actuales, sentando las bases para diseñar una solución efectiva y alineada con las demandas institucionales. Este análisis detalla los hallazgos obtenidos de entrevistas semiestructuradas, grupos focales, análisis de documentos y observación directa, destacando su contribución al sistema implementado.

a. Entrevistas Semiestructuradas:

Las entrevistas semiestructuradas se llevaron a cabo el 14 de octubre de 2024, con una duración promedio de entre 20 y 35 minutos por sesión. Participaron tres personas clave dentro de la estructura institucional de los laboratorios:

- Dr. Fabián Bayas Morejón, Director de Investigación y Vinculación.
- Blg. Isabel Paredes, Técnico responsable de los laboratorios.
- Ing. María Fernanda Quinteros, Analista de laboratorio.

El propósito principal de estas entrevistas fue identificar las carencias del sistema actual, analizar los procesos manuales que rigen la gestión de los laboratorios y determinar las necesidades específicas para el desarrollo de un sistema de administración eficiente. A continuación, se presentan las preguntas formuladas, las respuestas obtenidas y un análisis que refuerza los hallazgos principales.

Preguntas y Respuestas

Pregunta 1: ¿Cuáles son los mayores desafíos al registrar inventarios manualmente?

Dr. Bayas: "El mayor desafío es la falta de sincronización en tiempo real. Los analistas registran los consumos en Excel, pero no siempre lo hacen de inmediato, lo que genera incertidumbre sobre el stock disponible. Esto afecta directamente la planificación de experimentos y el reabastecimiento oportuno de reactivos."

Blg. Paredes: "El proceso manual es propenso a errores humanos, como duplicaciones u omisiones. En ocasiones, hemos tenido que detener experimentos porque el stock real no coincidía con lo registrado."

Ing. Quinteros: "Otro desafío es la falta de un kardex digital que permita rastrear el historial de cada reactivo. Esto complica la auditoría y el control de calidad."

Pregunta 2: ¿Qué necesidades específicas tienen los laboratorios para mejorar la trazabilidad?

Dr. Bayas: "Necesitamos un sistema que permita registrar automáticamente cada consumo de reactivos y asociarlo a un experimento o servicio específico. Esto mejoraría la trazabilidad y facilitaría la generación de informes detallados."

Blg. Paredes: "También es crucial que el sistema genere alertas cuando los reactivos estén por debajo de un nivel mínimo o próximos a caducar, para evitar interrupciones."

Ing. Quinteros: "Además, sería ideal que el sistema permita rastrear el uso de reactivos por analista, para identificar patrones de consumo y optimizar la gestión."

Pregunta 3: ¿Cómo describiría la estructura jerárquica de los laboratorios y su impacto en la gestión?

Dr. Bayas: "La estructura es clara: yo, como director, superviso al supervisor de laboratorios, quien a su vez gestiona a los analistas. Esta jerarquía permite una gestión ordenada, pero actualmente, la comunicación y el flujo de información dependen de correos y reuniones."

Blg. Paredes: "Como supervisora, mi rol es asegurar que los analistas sigan los protocolos y registren correctamente los datos. Sin embargo, sin un sistema centralizado, es difícil verificar en tiempo real si se están cumpliendo los procedimientos."

Ing. Quinteros: "Los analistas dependemos de la aprobación de los supervisores para ciertas tareas, como la solicitud de reactivos. Un sistema que automatice estas aprobaciones agilizaría nuestro trabajo."

Pregunta 4: ¿Qué tan eficiente es el manejo actual de reactivos en términos de trazabilidad?

Dr. Bayas: "Actualmente, la trazabilidad es deficiente. No tenemos un registro histórico confiable de cada reactivo, lo que dificulta la auditoría y el cumplimiento de normativas."

Blg. Paredes: "El manejo manual hace que sea complicado rastrear quién usó qué reactivo y para qué experimento, lo que afecta la responsabilidad y la seguridad."

Ing. Quinteros: "Sin un sistema automatizado, es difícil prever cuándo un reactivo se agotará, lo que puede interrumpir investigaciones en curso."

Hallazgos principales:

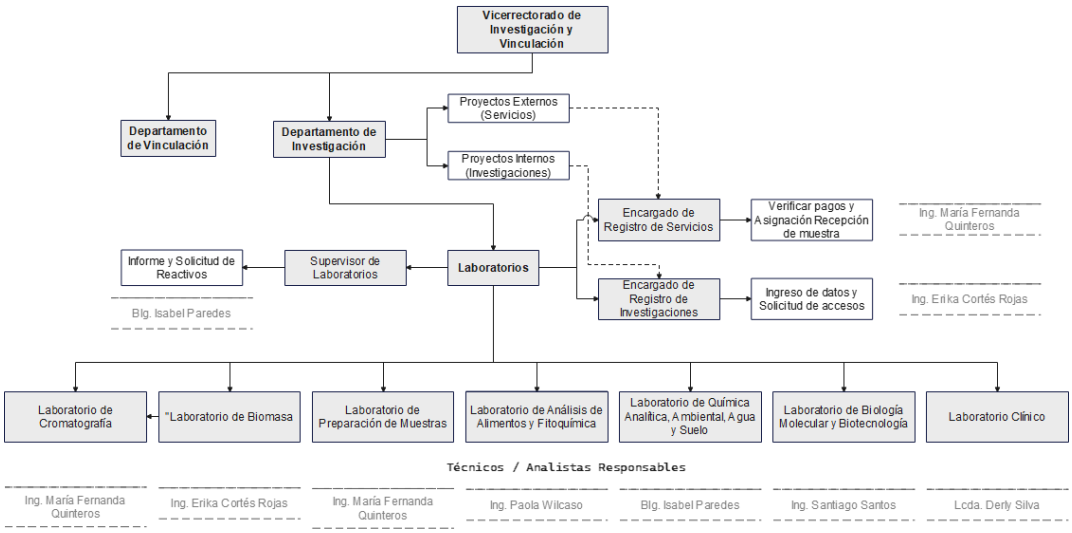
Reducción de tiempos en procesos manuales mediante la automatización de registros y aprobaciones, mejora de la protección y seguimiento en el manejo de reactivos con alertas automáticas y registros por usuario, y generación de informes detallados para auditorías y planificación.

El departamento de laboratorios dentro de Investigación incluye siete laboratorios especializados:

1. Laboratorio de Cromatografía
2. Laboratorio de Biomasa
3. Laboratorio de Preparación de Muestras
4. Laboratorio de Análisis de Alimentos y Fitoquímica
5. Laboratorio de Química Analítica, Ambiental, Agua y Suelo
6. Laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología
7. Laboratorio Clínico

Las entrevistas confirmaron una estructura jerárquica clara en los laboratorios, como se detalla en la Figura.

Figura 4 *Estructura jerárquica Laboratorios 2024*



Fuente: Elaboración propia basada en entrevista a Dr. Bayas.

Esta estructura fue esencial para definir niveles de acceso y permisos en el diseño del sistema, garantizando que cada usuario tenga funciones acordes a su rol.

b. Grupos Focales:

Este instrumento permitió una interacción directa y dinámica entre los participantes, facilitando discusiones abiertas que ayudaron a identificar y priorizar funcionalidades esenciales.

Los involucrados en los grupos focales representan los diferentes roles dentro de la estructura jerárquica de los laboratorios:

- Supervisor de laboratorio: Blg. Isabel Paredes
- Responsable de la coordinación y supervisión general de los laboratorios.
- Gestores de investigaciones (accesos internos): Ing. Erika Cortés Rojas
  Encargada de administrar accesos relacionados con proyectos de investigación.
- Gestores de servicios (externos): Ing. María Fernanda Quinteros
  Responsable de la gestión de servicios externos vinculados a los laboratorios.
- Analistas y técnicos: Ing. Paola Wilcaso, Lcda. Derly Silva, Ing. Santiago Santos, entre otros

Esta diversidad aseguró que las opiniones abarcaran tanto las necesidades operativas como las administrativas del sistema.

Duración:

- Sesiones grupales: Hasta 1 hora y 15 minutos.
- Discusiones individuales con participantes clave: Entre 20 y 35 minutos.

Periodo:

- Realizadas entre el 29 de octubre y el 8 de noviembre de 2024.

Los temas tratados incluyeron:

- Personalización del sistema según roles.
- Compatibilidad con otros sistemas institucionales.
- Usabilidad e interfaz intuitiva.

A continuación, se detallan las principales opiniones y aportes recopilados durante los grupos focales:

Pestaña "Mi Laboratorio":

Los analistas y técnicos (Ing. Paola Wilcaso) sugirieron una sección personalizada con notificaciones y tareas pendientes, como inventarios bajos o aprobaciones requeridas.

"Sería útil tener una sección donde pueda ver rápidamente lo que tengo que hacer cada día, como alertas de stock bajo o aprobaciones que debo gestionar."

Personalización por Roles:

El supervisor (Blg. Isabel Paredes) destacó la necesidad de niveles de acceso diferenciados según el rol, priorizando funciones de supervisión sobre tareas operativas.

"Como supervisor, necesito poder aprobar solicitudes y supervisar el uso de reactivos, pero no debería tener que gestionar tareas operativas diarias."

Compatibilidad con Sistemas Institucionales:

Los gestores (Ing. Erika Cortés Rojas e Ing. María Fernanda Quinteros) enfatizaron la importancia de integrar el sistema con plataformas existentes, como las de administración académica o financiera.

"Sería ideal que el sistema pudiera integrarse con el sistema de gestión de proyectos de investigación para evitar duplicar información."

Interfaz Intuitiva:

Todos, especialmente los técnicos (Ing. Santiago Santos), pidieron una interfaz sencilla y procesos automatizados para agilizar el trabajo diario.

"El sistema debe ser fácil de usar, con formuls ww1w1sarios claros y procesos automatizados para reducir el tiempo de registro."

Notificaciones y Alertas:

Los participantes (Lcda. Derly Silva) solicitaron alertas automáticas para eventos críticos, como fechas de caducidad de reactivos o reabastecimiento.

"Recibir notificaciones sobre reactivos que están por caducar o que están bajos en stock ayudaría a prevenir interrupciones en los experimentos."

Sus aportes permitieron identificar requerimientos específicos y ajustar el diseño del sistema para que sea funcional, intuitivo y adaptable a la estructura jerárquica de los laboratorios.

c. Análisis de Documentos:

Es un instrumento clave que se llevó a cabo entre el 29 de octubre y el 8 de noviembre de 2024, con el objetivo de revisar y evaluar cerca de 15 documentos proporcionados por los analistas de los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar. Estos documentos incluyeron formularios de acceso, procedimientos de control de muestras, registros de inventarios y cotizaciones para servicios externos. A continuación, se presenta un resumen detallado del proceso, los hallazgos y cómo estos influyeron en el diseño de un sistema automatizado.

Formularios de Acceso para Investigaciones Internas:

Solicitud del 14/11/2024 para una tesis sobre micorrizas, que incluye motivo de ingreso, tema, laboratorios requeridos y director encargado, Anexo: Formulario manual de accesos.

Problema Identificado: No registra el consumo de reactivos, lo que dificulta la trazabilidad y aumenta la carga administrativa de los analistas.

Procedimientos de Control de Muestras y Análisis de Resultados:

Detallan pasos manuales para la recepción de muestras, asignación de análisis y emisión de informes, con múltiples etapas de aprobación, Anexo: Ingreso manual de muestras.

Problema Identificado: Los procesos manuales causan demoras y errores en la asignación de tareas, reduciendo la eficiencia operativa.

Registros de Inventarios y Kardex:

Registro de Acetato de etilo con 57,000 mL iniciales y actuales, pero sin reflejar consumos como los 155 mL usados el 29/01/2024 en una esterificación de grasas, Anexo: Consumo manual de reactivos.

Problema Identificado: La gestión manual en Excel no actualiza el stock en tiempo real, generando discrepancias entre el inventario registrado y el real.

Cotizaciones para Servicios Externos (Proformas):

Hoja de Pedido N°030-2024 del 24/09/2024 para análisis de aceites por GC-MSD, con un costo de $130.64, que requiere aprobaciones manuales y correos, Anexo: Cotización manual de servicios.

Problema Identificado: El manejo manual retrasa la ejecución de servicios externos debido a procesos lentos y propensos a equivocaciones.

El Análisis de Documentos permitió identificar discrepancias entre los procesos documentados y la práctica real, así como áreas de mejora en la eficiencia operativa de los laboratorios. Estos hallazgos son fundamentales para diseñar un sistema automatizado alineado con las necesidades reales, optimizando la gestión de recursos, la trazabilidad y los tiempos de respuesta en las actividades de investigación.

d. Observación Directa:

La Observación Directa se llevó a cabo entre el 11 de noviembre de 2024 y el 3 de enero de 2025, con un total de 5 sesiones de al menos 20 minutos cada una, ejecutadas en días específicos dentro del cronograma del proyecto. Este método permitió recolectar datos cualitativos y cuantitativos sobre los procesos manuales en los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, con el objetivo de identificar ineficiencias operativas y proponer mejoras para el diseño del sistema automatizado.

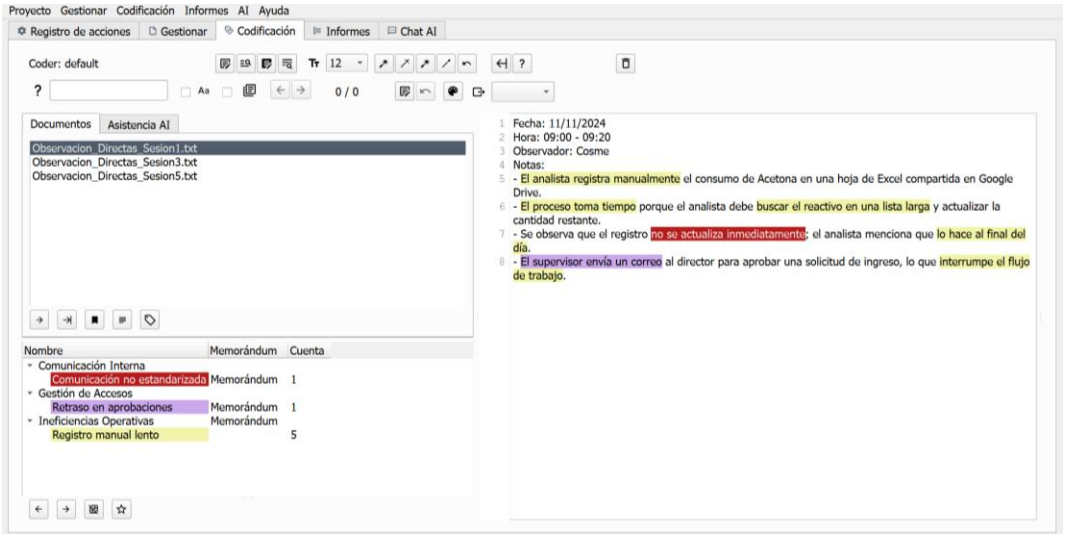
Datos Cualitativos: Uso de QualCoder

Los datos cualitativos capturaron aspectos no documentados de los procesos, como interacciones entre el personal, flujos de trabajo y problemas operativos. Este enfoque se alinea con las recomendaciones de (Braun & Clarke, 2021), quienes destacan la observación directa como una técnica poderosa para identificar patrones en entornos naturales, especialmente en investigaciones aplicadas donde los datos documentados son insuficientes.

QualCoder, una herramienta de análisis cualitativo de código abierto, fue utilizada para codificar y categorizar la información, siguiendo metodologías validadas por (Saldana, 2021), que enfatizan la importancia de la codificación temática en estudios cualitativos.

a. **Recolección:** Durante las sesiones, se tomaron notas detalladas sobre las actividades observadas, como el manejo de inventarios y la coordinación entre analistas.
b. **Codificación:** Cada observación se etiquetó con códigos descriptivos (e.g., "Falta de actualización inmediata") basados en las acciones y comentarios del personal.
c. **Categorización:** Los códigos se agruparon en categorías amplias, como "Ineficiencias Operativas" y "Comunicación Interna".

Figura 5: *Codificación de Datos en QualCoder*



Fuente: *Elaboración propia basada en observaciones realizadas*

Hallazgos Cualitativos

Gestión de Inventarios: Los analistas registraban manualmente los consumos en hojas de cálculo de forma inconsistente, lo que llevaba a discrepancias entre el stock registrado y el real.

- Código en QualCoder: "Registro manual lento"
- Categoría: Ineficiencias Operativas

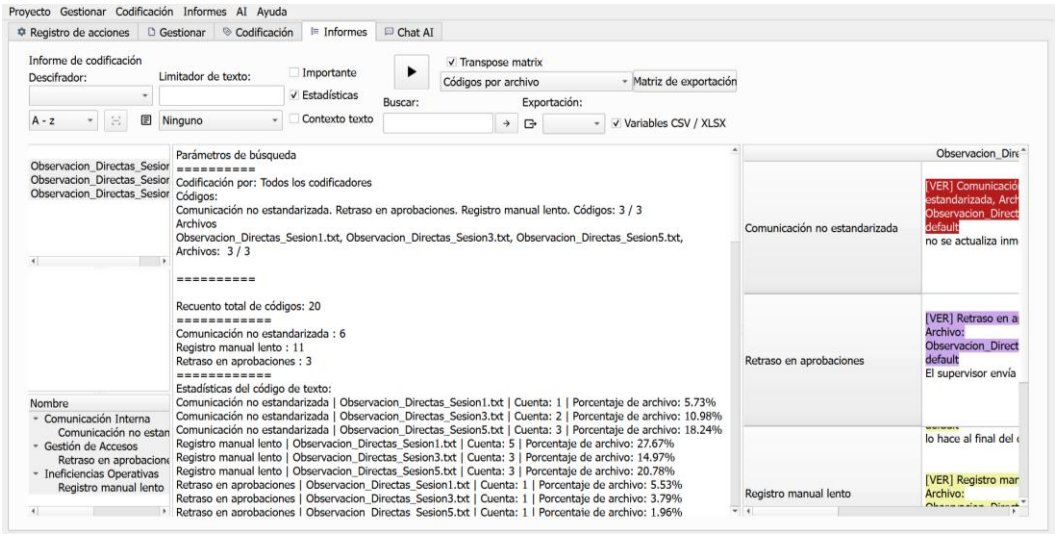
Aprobaciones de Acceso: Los supervisores dependían de correos electrónicos para revisar solicitudes de acceso, causando retrasos en la asignación de recursos y la continuidad de las operaciones.

- Código en QualCoder: "Retraso en aprobaciones"
- Categoría: Gestión de Accesos

Coordinación entre Equipos: Los técnicos aguardaban instrucciones enviadas por correo o dadas en reuniones presenciales, lo que interrumpía sus tareas diarias y afectaba la eficiencia.

- Código en QualCoder: "Comunicación no estandarizada"
- Categoría: Comunicación Interna

Figura 6: *Informe Generado en QualCoder*



Fuente: *Elaboración propia basada en informes realizadas*

Los datos procesados en QualCoder identificaron problemas estructurales, como la falta de actualización inmediata y la comunicación no estandarizada, que generan interrupciones en los flujos de trabajo, justificando la necesidad de un sistema que automatice tareas y estandarice procesos.

Datos Cuantitativos: Uso de Microsoft Excel

Se registraron los tiempos en segundos para tres procesos específicos durante las 5 sesiones:

Tabla 7: *Tiempos manuales de registros*

Proceso	Sesión 1 (seg)	Sesión 2 (seg)	Sesión 3 (seg)	Sesión 4 (seg)	Sesión 5 (seg)	Media (seg)	Desviación Estándar
Registro de Inventarios	98	102	100	99	101	100,00	1,58
Ingreso de Investigaciones	265	260	268	262	267	264,40	3,36
Recepción de Servicios Externos	218	220	215	223	219	219,00	2,92

Fuente: *Tiempos tomados en cada proceso*

(Media), usa la fórmula =PROMEDIO

$$\times = \frac{\sum xi}{n} = \frac{98.102.100.99.101}{5} = \frac{500}{5} \approx 100\ seg$$

Cálculo de la varianza

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - x)^2}{n}$$

$$= \frac{(98-100)^2 + (102-100)^2 + (100-100)^2 + (99-100)^2 + (101-100)^2}{5} = \frac{10}{2}$$

$$\approx 2.0\ seg$$

(Desviación Estándar), usa =DESVEST

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - x)^2}{n}} = \sqrt{2.0} \approx 1.41\ seg$$

Nota: *El valor ajustado en la tabla (1.58) refleja la precisión de Excel en el cálculo real.*

- Registro de Inventarios: Media = 100.0 segundos, Desviación Estándar ≈ 1.58 *Esta baja desviación indica alta consistencia en el tiempo de registro manual entre sesiones, pero no mitiga la lentitud del proceso, justificando la necesidad de automatización.*
- Ingreso de Investigaciones: Media = 264.4 segundos, Desviación Estándar ≈ 3.21
- Recepción de Servicios Externos: Media = 219.0 segundos, Desviación Estándar ≈ 2.74

El análisis de datos cuantitativos se centró en medir los tiempos de ejecución de procesos manuales clave, empleando Excel para calcular estadísticas descriptivas como medias y desviaciones estándar, un enfoque respaldado por (Creswell & Poth, 2017), quienes destacan la relevancia de integrar datos cuantitativos en investigaciones mixtas para cuantificar el impacto de las ineficiencias observadas. De manera similar, (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) subrayan que el uso de herramientas simples como Excel es efectivo para evaluar tiempos en estudios aplicados, y argumentan que bajas desviaciones estándar, como 1.58 segundos para el Registro de Inventarios, reflejan consistencia en los procesos; sin

embargo, tiempos promedio elevados, como los 264.4 segundos registrados para el Ingreso de Investigaciones, evidencian ineficiencias que justifican la intervención tecnológica. En este contexto, (Creswell & Poth, 2017) también sostienen que medir tiempos mediante observación directa y analizarlos con herramientas accesibles proporciona evidencia concreta de la eficiencia operativa, un aspecto esencial en proyectos tecnológicos como el presente.

Los análisis en Excel confirmaron que los procesos manuales son estables pero lentos, con medias como 100.0 segundos para el registro de inventarios y 264.4 segundos para el ingreso de investigaciones, evidenciando la necesidad de optimización.

CAPITULO IV

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Este capítulo detalla el desarrollo del Sistema de Gestión para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, enfocado en optimizar el control de inventarios, la trazabilidad de muestras y la seguridad operativa durante 2024. Se adoptó la metodología RAD (Desarrollo Rápido de Aplicaciones) por su flexibilidad ante requisitos cambiantes y su énfasis en la participación activa del usuario. Las fases de RAD —Definición de Requisitos, Diseño de Prototipos, Construcción Rápida y Transición e Implementación— se describen a continuación, alineadas con los objetivos específicos del proyecto.

4.1. Definición de Requerimientos

Entre octubre y noviembre de 2024, se identificaron necesidades mediante entrevistas, grupos focales, análisis documental y observación directa, destacando ineficiencias como registros de 100 segundos para inventarios y 264 segundos para investigaciones.

Tabla 8: *Requerimientos clave identificados*

Requerimiento	Descripción
Automatización de registros	Reducir tiempos de registro manual
Alertas de stock	Notificar niveles críticos de reactivos
Trazabilidad	Garantizar seguimiento de acciones

Fuente: *Elaboración propia*

4.1.1. Alcance del Producto

El sistema abarca los 7 laboratorios del Vicerrectorado, gestionando hasta 100 usuarios concurrentes, optimizando procesos en un entorno web responsive. Se alinea con la LOTAIP (transparencia en datos) y el CES (gestión académica), asegurando cumplimiento normativo y escalabilidad institucional.

4.1.2. Funciones del producto

4.1.2.1. Administración de Usuarios y Roles

- Gestión de usuarios por rol: administrador general, director, supervisor, analista, accesos.
- Creación, modificación y eliminación de cuentas con permisos específicos.
- Trazabilidad de acciones realizadas por cada usuario.

4.1.2.2. Control de Acceso

- Registro y aprobación de solicitudes de acceso para usuarios internos y externos.
- Validación de autorizaciones por roles (administrador general, director, supervisor, analista, accesos).
- Automatización del acceso a laboratorios en horarios asignados.

4.1.2.3. Gestión de Solicitudes de Análisis

- Creación de proformas para clientes externos con cálculo automático de costos según análisis requeridos.
- Aprobación de solicitudes tras verificación de pago.
- Asignación de horarios y laboratorios según disponibilidad y requerimientos de análisis.
- Generación de hojas de pedido con datos de quien elaboró y aprobó.
- Actualizaciones en tiempo real del estado de cada análisis (en progreso, completado).

4.1.2.4. Gestión de Inventarios

- Registro, seguimiento y control de reactivos y materiales consumibles.
- Actualización automática de la cantidad actual de reactivos tras su consumo en experimentos.
- Generación de alertas para reactivos en niveles críticos o por fechas próximas a vencimiento.

- Solicitudes de reposición de reactivos con aprobación del director correspondiente.
- Inventario de equipos y herramientas, manteniendo un control de los activos.

4.1.2.5. Sección de Investigaciones

La sección "Investigaciones" incluye la subsección "acceso", lo que indica un enfoque en controlar quién puede interactuar con esta área. Para hacer esta sección más funcional y completa, propongo las siguientes mejoras:

Gestión de Proyectos de Investigación

Creación y seguimiento: Permitir a los usuarios (directores o supervisores) crear proyectos de investigación con campos como objetivos, plazos, equipo asignado y recursos necesarios.

- **Asignación de recursos:** Vincular automáticamente reactivos y equipos del inventario a proyectos específicos, con seguimiento en tiempo real del consumo.
- **Colaboración en equipo:** Añadir herramientas para que múltiples usuarios (analistas, técnicos) trabajen en un proyecto, con permisos diferenciados (lectura, edición).

Trazabilidad y Auditoría

- **Registro de actividades:** Implementar un historial detallado de acciones (uso de reactivos, análisis realizados, cambios en el proyecto).
- **Control de versiones:** Permitir versionado de documentos o datos generados en la investigación para rastrear modificaciones.

Integración con Muestras y Análisis

- **Vinculación con muestras:** Asociar cada investigación a muestras específicas, con seguimiento del estado (recibidas, en análisis, completadas).
- **Resultados automatizados:** Facilitar la carga de resultados de análisis directamente en la investigación, con generación automática de informes preliminares.

Alertas y Notificaciones

- **Recordatorios de proyectos:** Enviar alertas automáticas sobre proyectos o etapas.
- **Notificaciones de recursos:** Alertar cuando los recursos asignados estén por agotarse o caduquen.

Acceso y Seguridad

- **Permisos granulares:** Expandir la subsección "acceso" para permitir configuraciones detalladas de quién puede ver o editar cada investigación, según roles o equipos.

4.1.2.6. Sección de Servicios

La sección "Servicios" incluye subsecciones como "Depósito" y "Acción" (con opciones de aprobar, pendiente, rechazar), lo que sugiere un flujo de trabajo para gestionar solicitudes. Para enriquecer esta área, sugiero las siguientes funcionalidades:

4.1.2.6.1. Gestión de Solicitudes de Servicios

- **Creación de solicitudes:** Permitir a usuarios externos crear solicitudes de servicios (ej. análisis de muestras) mediante formularios detallados.
- **Flujo de aprobación mejorado:** Expandir "Acción" para incluir etapas intermedias (ej. revisión técnica antes de aprobación final), con notificaciones automáticas a los responsables.

4.1.2.6.2. Integración con Proformas y Pagos

Proformas automáticas: Generar proformas con costos calculados al crear una solicitud, según los servicios requeridos.

Seguimiento de pagos: Trackear el estado de pago (pagado, pendiente), con alertas para solicitudes aprobadas, pero no pagadas.

4.1.2.6.3. Asignación de Recursos y Horarios

- **Fechas calendario:** Implementa una fecha de instancia para análisis en los laboratorios disponibles.
- **Asignación de analistas:** Sugerir o asignar automáticamente analistas según su disponibilidad y especialización, vinculando con "Asignar analista" de la sección "Laboratorios".

4.1.2.6.4. Seguimiento y Actualización de Estado

- **Estados detallados:** Ampliar los estados actuales (pendiente, aprobar, rechazar) con subestados como "en espera de muestra" o "análisis en curso".
- **Actualizaciones en tiempo real:** Mostrar a los usuarios el progreso de sus solicitudes en tiempo real, con notificaciones por email o impresión.

4.1.2.6.5. Gestión de Depósitos

Se refiere a almacenamiento de análisis

- **Registro de movimientos:** Trackear entradas y salidas de muestras/reactivos.
- **Control de reactivos:** Integrado con "Inventario" para actualizar automáticamente las cantidades disponibles.

4.1.2.6.6. Informes y Feedback

- **Informes automáticos:** Generar informes con resultados al completar un servicio, vinculando con "Informes" de "Muestras".

4.1.3. Requerimientos de Usuario

4.1.3.1. Requerimientos funcionales (RF)

Luego de analizar a los stakeholders y la aplicación con varios instrumentos de recopilación de requisitos, se han identificado los siguientes requerimientos de usuario para el sistema, estos requisitos están diseñados para garantizar que el sistema satisfaga las necesidades y expectativas de los usuarios, mejorando la eficiencia y la calidad en la dirección de laboratorios.

Inventarios:

Tabla 9: *Historia de Usuario - Gestión de Inventarios*

Historia de Usuario			
Número	1	**Usuario**	Administrador General, Supervisor
Nombre de la historia	Gestión de Inventarios		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Media
Puntos estimados	3 días	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	El sistema permite la gestión de inventarios de reactivos y materiales, incluyendo registro, actualización y consulta.		
Justificación	Requiere integración con el módulo de pedidos y facturación.		

Tabla 10: *Historia de Usuario - Añadir nuevo reactivo*

Historia de Usuario			
Número	3	**Usuario**	Supervisor
Nombre de la historia	Añadir nuevo reactivo		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Baja
Puntos estimados	1 día	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	Como supervisor, quiero añadir un nuevo químico al inventario, especificando nombre, número CAS, cantidad y fecha de caducidad, para mantener un registro completo de todos los reactivos disponibles en el laboratorio.		
Justificación	Garantiza un inventario preciso, esencial para la trazabilidad y auditorías.		

Tabla 11: *Historia de Usuario - Solicitudes de Análisis - Registrar Consumo de reactivo*

Historia de Usuario			
Número	4	**Usuario**	Analista
Nombre de la historia	Registrar Consumo de reactivo		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Media
Puntos estimados	1 día	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	Como analista, quiero registrar el consumo de un químico durante un experimento, indicando la cantidad usada y el ID del experimento, para actualizar el inventario y mantener trazabilidad de los químicos utilizados.		
Justificación	Reduce errores manuales y asegura que el inventario refleje el stock real, mejorando la planificación.		

Tabla 12: *Historia de Usuario - Recibir Alertas de Stock Bajo*

Historia de Usuario			
Número	5	**Usuario**	Supervisor
Nombre de la historia	Recibir Alertas de Stock Bajo		
Prioridad	Media	**Riesgo en desarrollo**	Media
Puntos estimados	1 día	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	Como supervisor, quiero recibir alertas automáticas cuando la cantidad de un químico caiga por debajo de un umbral definido, para solicitar reposición a tiempo y evitar interrupciones.		
Justificación	Previene problemas operativos, como la falta de reactivos durante experimentos críticos.		

Accesos:

Tabla 13: *Historia de Usuario - Control de Acceso*

Historia de Usuario			
Número	7	**Usuario**	Gestor de Accesos, Administrador General
Nombre de la historia	Control de Acceso		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Alta
Puntos estimados	5 días	**Iteración asignada**	2
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	El sistema implementa un control de acceso seguro, con autenticación y autorización para garantizar la integridad de la información.		
Justificación	Requiere certificación de seguridad.		

Tabla 14: *Historia de Usuario - Asignar Tareas Relacionadas con Análisis*

Historia de Usuario			
Número	11	**Usuario**	Gestor de Accesos
Nombre de la historia	Asignar Tareas Relacionadas con Análisis		
Prioridad	Media	**Riesgo en desarrollo**	Baja
Puntos estimados	2 días	**Iteración asignada**	2
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	Como Gestor de Accesos, asignar tareas específicas relacionadas con una solicitud de análisis, como preparación de muestras o recolección de datos, a otros técnicos, para distribuir la carga de trabajo y completar el análisis.		
Justificación	Mejora la eficiencia operativa, reduciendo tiempos de espera para los clientes.		

Solicitudes:

Tabla 15: *Historia de Usuario - Solicitudes de Análisis*

Historia de Usuario			
Número	2	**Usuario**	Director, Supervisor
Nombre de la historia	Solicitudes de Análisis		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Baja
Puntos estimados	2 días	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	El sistema permite la gestión de solicitudes de análisis, incluyendo la aprobación y asignación de recursos.		
Justificación	Requiere validación de disponibilidad de recursos.		

Tabla 16: *Historia de Usuario - Aprobar Solicitudes de Reposición*

Historia de Usuario			
Número	6	**Usuario**	Director
Nombre de la historia	Aprobar Solicitudes de Reposición		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Alta
Puntos estimados	2 día	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	Como director, quiero revisar y aprobar o rechazar solicitudes de reposición de reactivos, considerando el presupuesto y las necesidades del laboratorio, para gestionar recursos eficientemente.		
Justificación	Garantiza que el laboratorio pueda manejar las solicitudes sin sobrecargarse, manteniendo la calidad del servicio.		

Tabla 17: *Historia de Usuario - Informes y Estadísticas*

Historia de Usuario			
Número	8	**Usuario**	Analistas, Supervisor
Nombre de la historia	Gestión de Resultados de Análisis		
Prioridad	Media	**Riesgo en desarrollo**	Baja
Puntos estimados	2 días	**Iteración asignada**	3
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	El sistema permite la gestión de resultados de análisis, incluyendo la generación de informes y la asignación de seguimiento.		
Justificación	Requiere validación de la precisión de los resultados.		

Tabla 18: *Historia de Usuario - Inicio de Sesión*

Historia de Usuario			
Número	9	**Usuario**	Todos los usuarios
Nombre de la historia	Inicio de Sesión		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Baja
Puntos estimados	1 día	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	El sistema permite a los usuarios iniciar sesión de manera segura, utilizando autenticación y autorización.		
Justificación	Requiere integración con el módulo de gestión de usuarios.		

Tabla 19: *Historia de Usuario - Consulta de Inventario*

Historia de Usuario			
Número	10	**Usuario**	Administrador General, Supervisor, Analista
Nombre de la historia	Consulta de Inventario		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Baja
Puntos estimados	1 día	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	El sistema permite a los usuarios consultar y visualizar los datos del inventario de manera efectiva.		
Justificación	Requiere integración con el módulo de gestión de inventarios.		

Tabla 20: *Historia de Usuario - Gestión de Usuarios*

Historia de Usuario			
Número	12	**Usuario**	Administrador General
Nombre de la historia	Gestión de Usuarios		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Media
Puntos estimados	3 días	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	El sistema permite al Administrador General gestionar los usuarios, incluyendo la creación, edición, eliminación y asignación de roles y permisos.		
Justificación			

Tabla 21: *Historia de Usuario - Actualizar Estado de la Solicitud*

Historia de Usuario			
Número	13	**Usuario**	Analista
Nombre de la historia	Actualizar Estado de la Solicitud		
Prioridad	Alta	**Riesgo en desarrollo**	Media
Puntos estimados	1 día	**Iteración asignada**	1
Programador responsable	Soto Cosme		
Descripción	Como técnico, quiero actualizar el estado de una solicitud de análisis (recibida, en progreso, completada), para informar a todas las partes interesadas sobre el progreso de sus solicitudes.		
Justificación	Asegura transparencia y comunicación efectiva, mejorando la confianza del cliente.		

4.1.3.2. Requerimientos no funcionales (RNF)

Por seguridad, el sistema implementará autenticación mediante login con credenciales únicas y permisos definidos por rol, asegurando integridad y cumplimiento con ISO 27001.

Tabla 22: *Roles y Funciones con Nivel de Acceso*

Código de Rol	**Rol**	**Objetivo Principal**	**Nivel de Acceso**	**Actividades**	**Funciones Clave**
RG-001	Administrador General	Configuración y gestión global	Alto	Configuración inicial y gestión global	- Crear y gestionar usuarios - Configurar parámetros globales - Supervisar el funcionamiento general
RG-002	Director	Aprobación y supervisión de	Alto	Supervisión de laboratorios y	- Aprobar solicitudes de reposición de reactivos

		solicitudes importantes		aprobación de solicitudes	- Autorizar hojas de pedido y solicitudes de acceso - Firmar informes finales
RG-003	Supervisor	Coordinación y Monitoreo de Procesos Operativos	Medio-Alto	Coordinar y monitorear procesos en laboratorios	- Supervisar el consumo de reactivos y materiales - Coordinar la recepción y entrega de muestras - Monitorear el cumplimiento de protocolos de seguridad
RG-004	Analista Técnico	Realización de análisis y generación de informes	Medio	Procesos operativos en laboratorios	- Registrar consumo de reactivos durante experimentos - Realizar análisis solicitados por clientes - Generar informes con resultados y conclusiones
RG-005	Accesos	Gestión de acceso físico y digital a laboratorios	Bajo-Medio	Gestionar acceso a laboratorios	- Crear solicitudes de ingreso para clientes - Asignar horarios y laboratorios según disponibilidad - Monitorear el cumplimiento de reglas de acceso

Para garantizar el éxito y aceptación del proyecto, se han identificado Requisitos No Funcionales (RNF) clave, alineados con las mejores prácticas de la industria (ISO 27001 y WCAG 2.1) y las necesidades específicas de la Universidad Estatal de Bolívar, enfocándose en cuatro pilares fundamentales: Usabilidad, Compatibilidad, Escalabilidad y Seguridad.

Tabla 23: *Requerimientos no funcionales*

ID RNF	Requisito No Funcional	Descripción	Medición	Justificación	Prioridad
RNF-01	Usabilidad	El sistema debe ofrecer una interfaz intuitiva y fácil de navegar, con menús claros, textos de ayuda contextual y procesos simplificados, para que los usuarios (administradores, supervisores, técnicos) puedan realizar tareas sin capacitación extensa.	Nivel de satisfacción del usuario superior al 85%, evaluado mediante encuestas post-implementación con preguntas como "El sistema es fácil de usar" (escala 1-3). Tiempo promedio para completar tareas clave (ej. registrar un reactivo) menor a 30 segundos tras una breve capacitación.	Una interfaz usable reduce la curva de aprendizaje y aumenta la adopción, clave para un sistema que reemplaza procesos manuales lentos (1 min 47 seg por entrada, según observaciones).	Alta
RNF-02	Compatibilidad	El sistema debe ser compatible con los navegadores más utilizados (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge) en sus últimas versiones y con sistemas operativos comunes (Windows 10/11, macOS 12+, Ubuntu 20.04+), asegurando accesibilidad desde diferentes dispositivos institucionales.	Compatibilidad con un 95% de casos exitosos, verificada mediante pruebas de carga en Chrome v120, Firefox v115 y Edge v120 en Windows 10/11 y Ubuntu 20.04+.	Garantiza que el sistema sea accesible en el entorno heterogéneo de la universidad, donde el hardware y software pueden variar.	Media
RNF-03	Escalabilidad	El sistema debe soportar un aumento en usuarios y datos sin pérdida de rendimiento, manejando al menos 100 usuarios concurrentes en picos de uso.	Capacidad para procesar 100 solicitudes simultáneas con tiempos de respuesta promedio <2 segundos, verificado mediante pruebas de carga.	Asegura que el sistema sea sostenible a largo plazo, adaptándose al crecimiento de la universidad y sus laboratorios.	Alta
RNF-04	Seguridad	El sistema debe proteger los datos sensibles (inventarios, resultados de análisis, credenciales) mediante HTTPS para comunicaciones, hashing fuerte (ej. bcrypt) para contraseñas.	Nivel de seguridad según ISO 27001, tasa de incidentes de seguridad < 1%	Protege datos críticos y cumple con normativas como LOTAIP (2023) y el Reglamento de Régimen Académico (CES, 2019), evitando riesgos legales y operativos.	Alta

Fuente: *Elaboración propia*

4.1. Diseño de Prototipos

La identidad visual para el sistema de gestión SYSLAB-UEB, se representa a través del siguiente logo:

Figura 7: *Logo*



Los colores identificados para el sistema SYSLAB-UEB, basados en las clases de Tailwind CSS proporcionadas, son los siguientes:

Tabla 24: *Tabla de colores para SYSLAB-UEB*

Clase	Descripción	Valor Hexadecimal
bg-slate-100	Fondo claro, gris azulado ligero	#f1f5f9
dark bg-gray-900	Fondo oscuro 1, modo oscuro	#111827
dark bg-gray-800	Fondo oscuro 2, modo oscuro	#1f2937
bg-white	Fondo blanco, puro	#ffffff
dark border-gray-700	Borde en modo oscuro	#374151

Fuente: *Estilos de Visual Studio Code*

Se utiliza las fuentes de texto: Sans Serif Font Collection

Entre el 29 de octubre y el 8 de noviembre de 2024, se diseñaron la arquitectura, los modelos arquitectónicos y prototipos en Figma para validar funcionalidad y usabilidad.

4.1.1. Arquitectura del Software

Considerando las necesidades del sistema SYSLAB-UEB, se ha seleccionado Modelo de Vistas de Arquitectura 4+1 como la más adecuada para el proyecto, este modelo,

propuesto por Philippe Kruchten en 1995 (Jarroba, 2012), es una forma de describir la arquitectura de un sistema de software desde diferentes perspectivas, asegurando que se cubran todos los aspectos clave.

Las vistas del modelo son (Read the Docs, 2014):

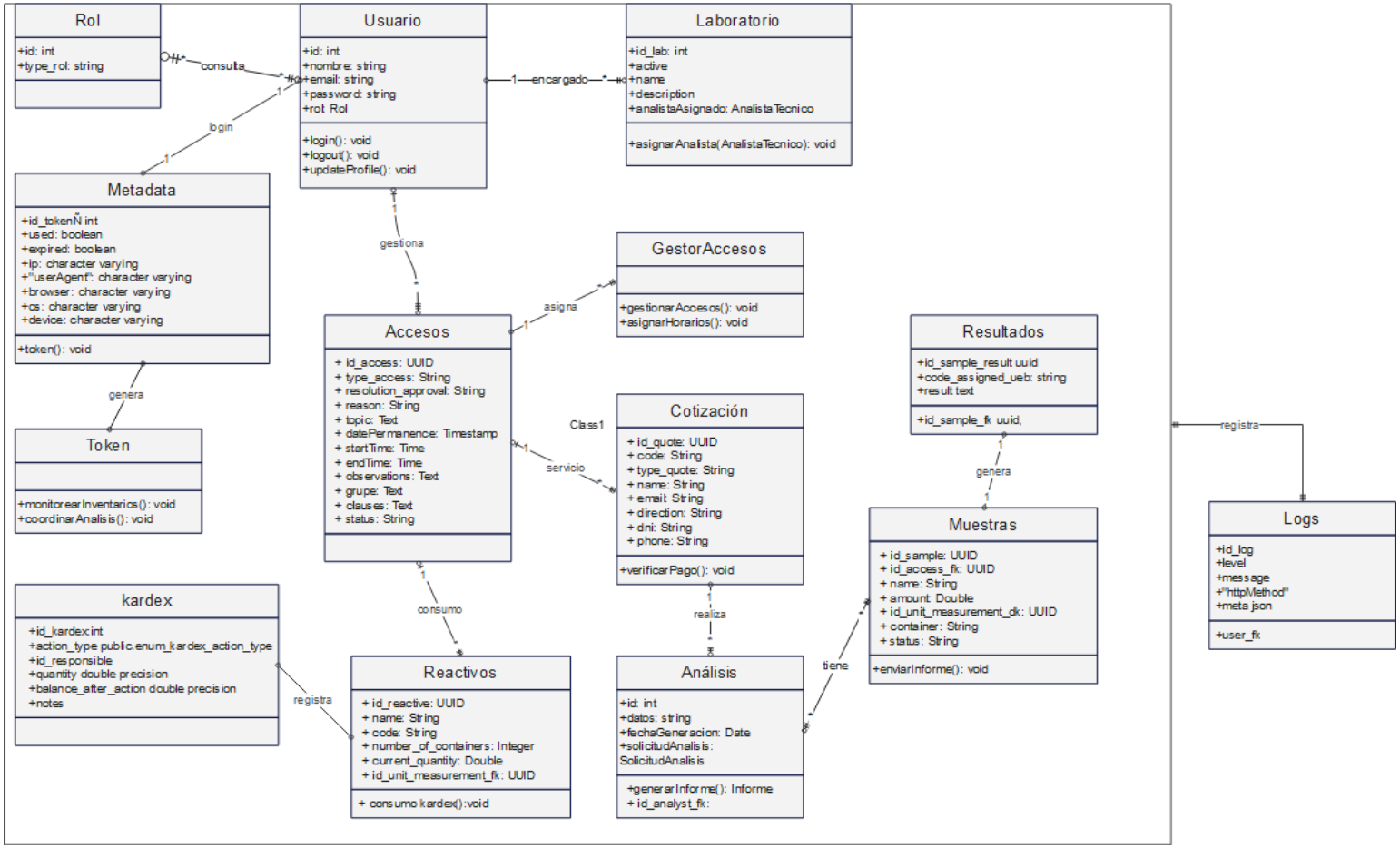
- Vista lógica.
- Vista de desarrollo.
- Vista de proceso.
- Vista física.
- Además, una selección de Vista de Escenarios, casos de uso o que se utilizará para ilustrar la arquitectura sirviendo como una vista más.

4.2.1.1.Vista Lógica (Diagrama de Clases)

La Vista Lógica representa la estructura funcional del sistema SYSLAB-UEB, mostrando las entidades principales y sus relaciones desde una perspectiva abstracta. Su propósito es ilustrar qué hace el sistema sin entrar en detalles técnicos de implementación, enfocándose en los componentes clave como clases u objetos que soportan las funcionalidades de gestión de usuarios, laboratorios, servicios, investigaciones e informes.

Muestra clases como "Usuario" (con atributos como roles y permisos), "Laboratorio" (con datos como ubicación o estado), "Servicio" (detallando tipos de servicios), "Investigación" (con información de proyectos) e "Informe" (con resultados generados). Las relaciones entre estas clases reflejarían, por ejemplo, cómo un usuario accede a servicios o cómo una investigación genera un informe, alineándose con las funcionalidades vistas en el patrón de navegación.

Figura 8: *Vista Lógica (Diagrama de Clases)*

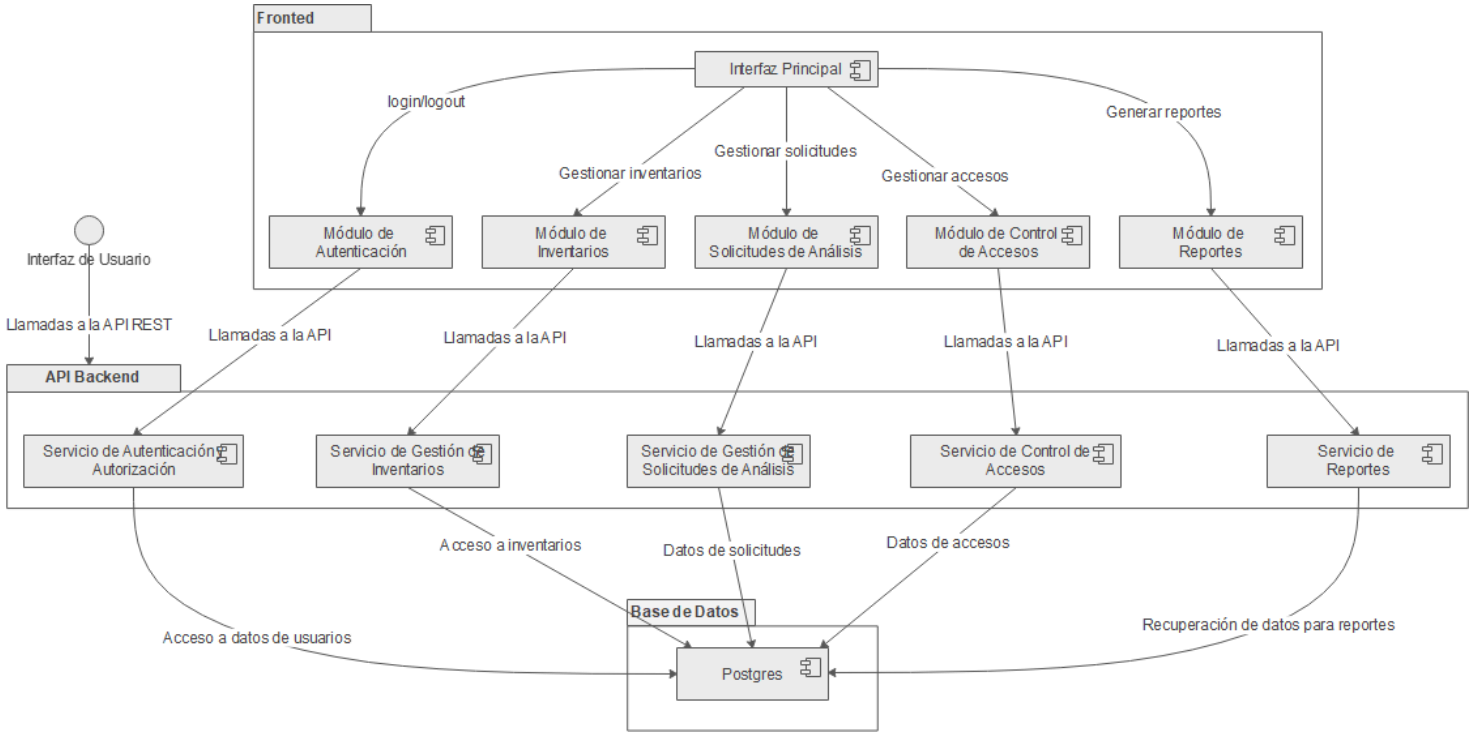


Fuente: *Elaboración propia, muestra la relación entre entidades clave para la gestión de inventarios, como reactivos y solicitudes.*

4.2.1.2.Vista de Desarrollo (Diagrama de Componentes)

La Vista de Desarrollo presenta la arquitectura del software desde la perspectiva del desarrollador, organizando el sistema SYSLAB-UEB en módulos, subsistemas o paquetes. Su propósito es detallar cómo se estructura el código en capas (como interfaz de usuario, lógica de negocio y acceso a datos) para facilitar la implementación y el mantenimiento.

Figura 9: *Vista de Desarrollo (Diagrama de Componentes)*

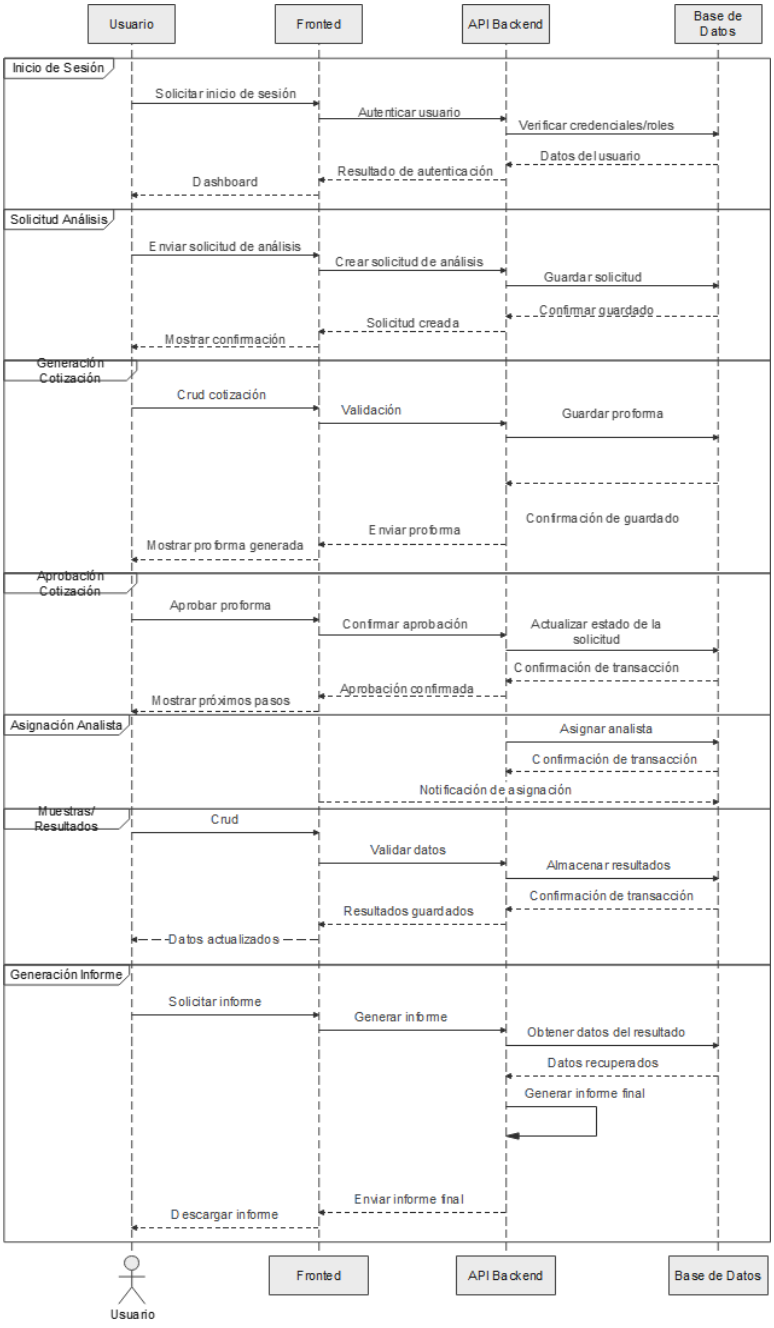


Fuente: *Investigación de campo*

4.2.1.3.Vista de Procesos (Diagrama de Secuencia)

Describe el comportamiento dinámico del sistema, enfocándose en los procesos, flujos de trabajo e interacciones entre componentes en tiempo de ejecución. Muestra cómo el sistema maneja tareas como el inicio de sesión, la aprobación de servicios o la generación de informes, destacando aspectos como concurrencia y sincronización.

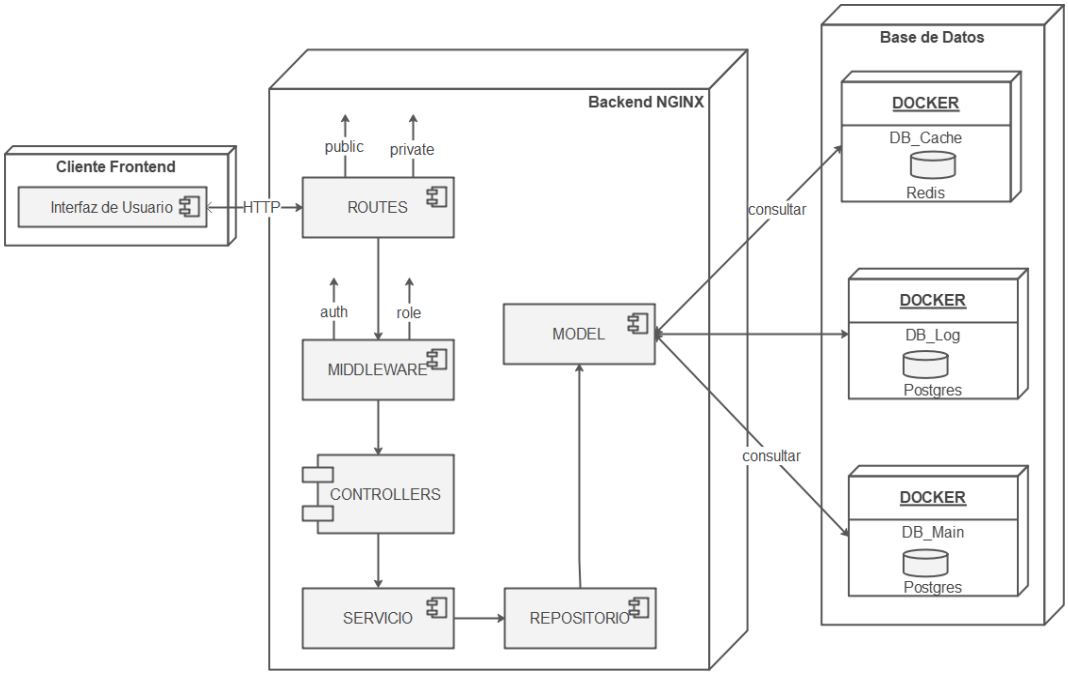
Figura 10: *Vista de Procesos (Diagrama de Secuencia)*



4.2.1.4.Vista Física (Diagrama de Despliegue)

La Vista Física muestra la arquitectura de despliegue del sistema SYSLAB-UEB, mapeando los componentes de software a la infraestructura de hardware. Su objetivo es ilustrar cómo se distribuye el sistema en nodos físicos (servidores, bases de datos, clientes) y sus conexiones, asegurando escalabilidad y accesibilidad.

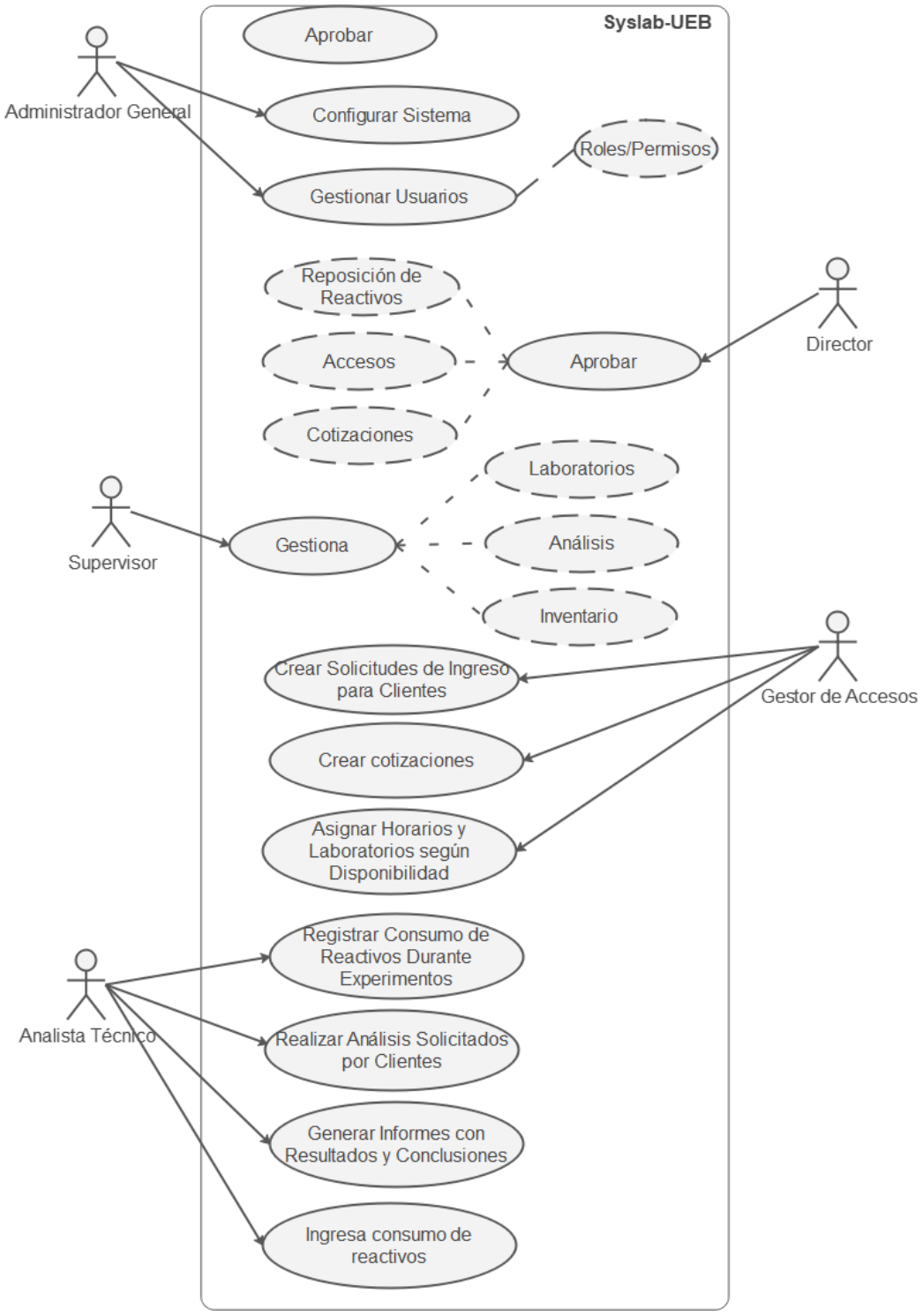
Figura 11: *Vista Física (Diagrama de Despliegue)*



4.2.1.5.Vista de Escenarios (Diagrama de Casos de Uso)

Este diagrama muestra los actores, las funcionalidades principales y el flujo de interacción del usuario con el sistema. En SYSLAB-UEB, los actores incluyen administrador, director, supervisor de laboratorio, gestor de acceso y analistas o técnicos de laboratorio.

Figura 12: *Diagrama de Casos de Uso*

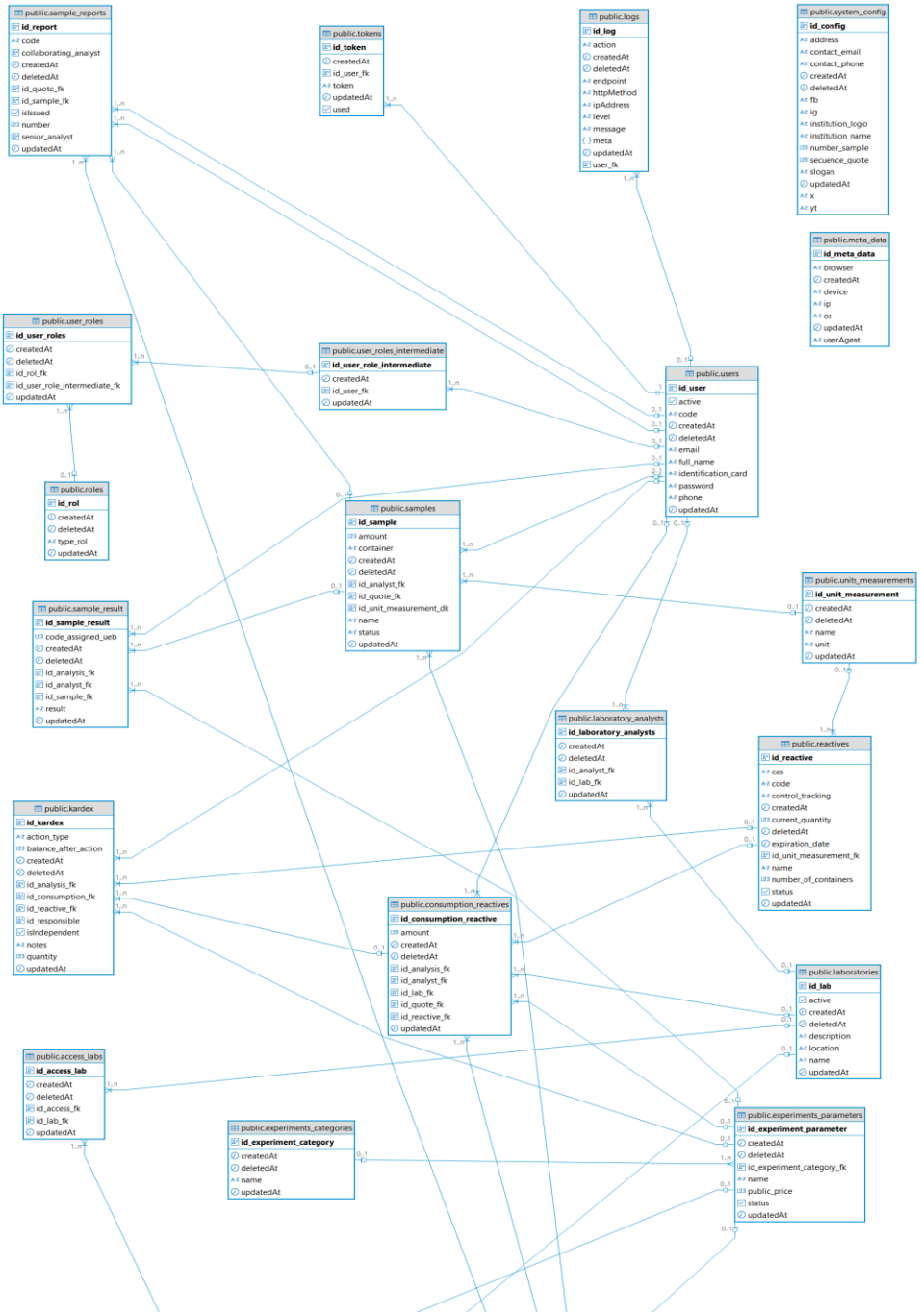


Fuente: *Elaboración propia, involucrados del sistema*

4.2.1.6.Diagrama Entidad-Relación (Base de Datos)

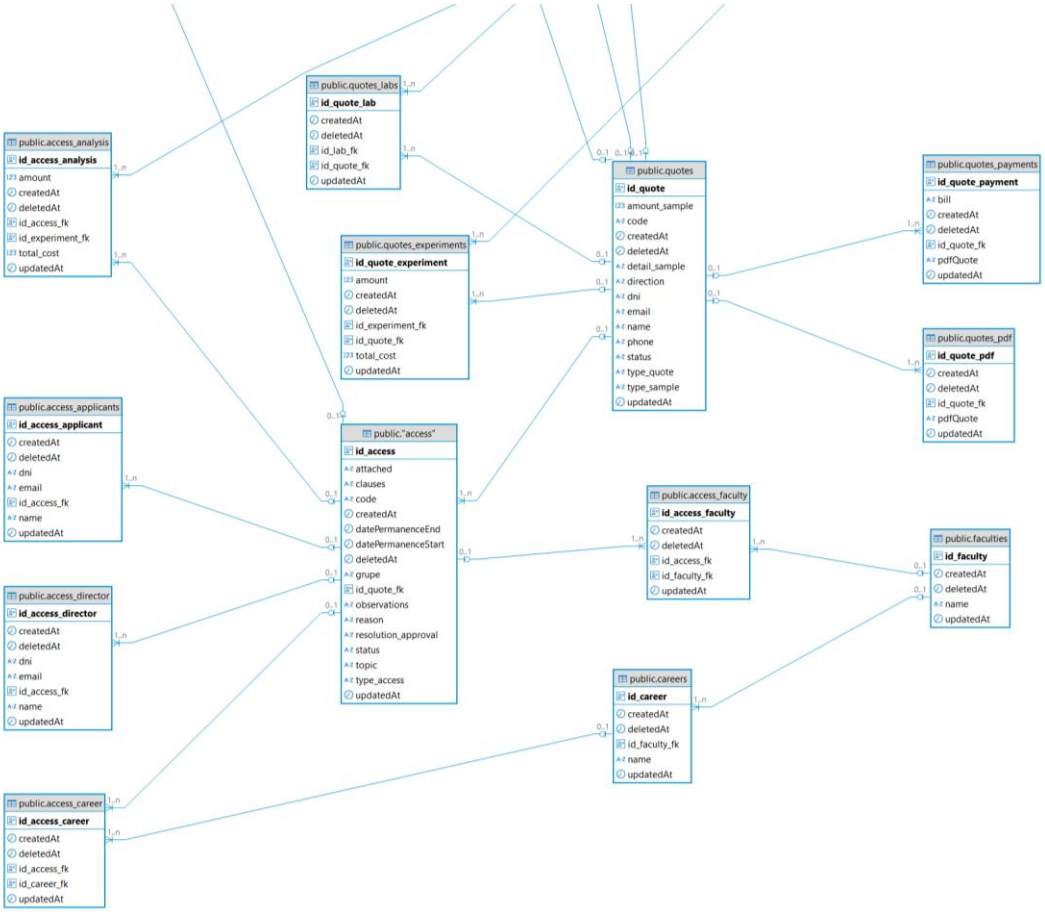
Este diagrama muestra las entidades principales de la base de datos y sus relaciones. En SYSLAB-UEB, las entidades incluyen usuarios, inventarios, solicitudes de análisis, resultados y roles.

Figura 13: *Diagrama Entidad Relación ER*

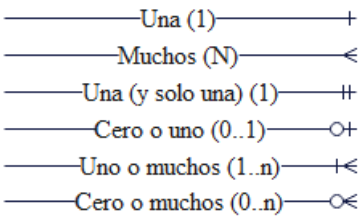


....

….



Fuente: Elaboración propia, extraída de DBeaver con notación pie de gallo.



La cardinalidad en un modelo entidad-relación (ER) define el número de instancias de una entidad que están relacionadas con una instancia de otra entidad, utilizando notaciones como 'Uno', 'Muchos', 'Una (y solo una)', 'Cero o uno', 'Uno o muchos', y 'Cero o muchos'. La ordinalidad, aunque menos común, se refiere al orden de las relaciones entre entidades, lo que es relevante en contextos donde el orden es significativo.

4.2.2. Modelo arquitectónico

El sistema sigue una arquitectura de tres niveles para garantizar escalabilidad y mantenimiento:

4.2.2.1.Capa de Presentación (Frontend)

- Desarrollada con React.js, HTML5, CSS3 y Tailwind CSS para una interfaz dinámica y responsiva.

4.2.2.2.Capa de Lógica de Negocio (Backend)

- Implementada con Node.js **y** Express.js para una API REST eficiente.
- Uso limitado de PHP para integraciones legacy si es necesario.
- **Endpoints de API REST**:
    - Operaciones clave: Gestión de usuarios, inventarios, solicitudes de análisis y accesos.
    - Formato estándar: Solicitudes y respuestas en JSON.
- **Seguridad**:
    - Autenticación basada en JWT para proteger los endpoints.
    - Registro de logs de acceso y errores para auditoría.
- **Respuestas**:
    - Estructuradas con códigos HTTP estándar (200 OK, 400 Bad Request, 401 Unauthorized, 500 Internal Server Error).

4.2.2.3. Capa de Datos (Base de Datos)

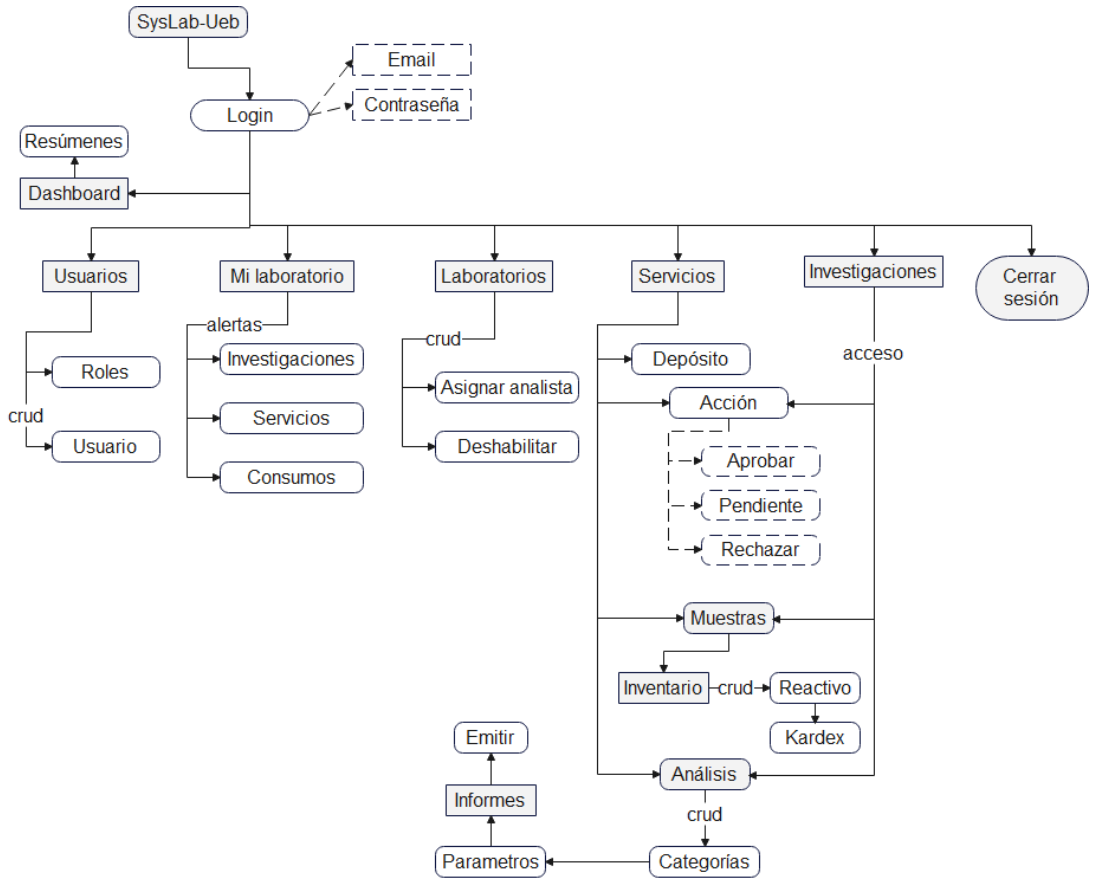
- Basada en PostgreSQL para almacenamiento estructurado y relacional.
- **Módulos clave almacenados**:
    - **Usuarios**: Roles (Administrador, Supervisor, Técnico, etc.), credenciales y permisos.
    - **Inventarios**: Control de reactivos y activos en los laboratorios.
    - **Solicitudes**: Gestión de solicitudes de análisis y accesos.
    - **Resultados de Análisis**: Almacenamiento de informes y estadísticas.

4.2.3. Patrón de navegación

El patrón de navegación de SYSLAB-UEB ilustra cómo los usuarios recorren el sistema, desde el inicio de sesión hasta las funcionalidades principales como manejo de usuarios, laboratorios, servicios, investigaciones e informes. Utiliza una

estructura jerárquica con el "Dashboard" como punto central, mostrando transiciones entre módulos mediante flechas. Su propósito es guiar al usuario a través de las interacciones disponibles, incluyendo operaciones CRUD y acciones específicas como aprobar servicios o emitir informes, además de características adicionales como notificaciones por correo.

Figura 14: *Navegación de interfaces*



Fuente: *Elaboración propia*

4.2.4. Requerimientos de interfaz (RI)

Esta sección describe las interfaces que el sistema proporcionará para interactuar con los usuarios y otros sistemas. Estos requerimientos podrán ajustarse iterativamente según retroalimentación y prototipos.

4.2.4.1.Interfaces de usuario (UI) y pantallas

Se diseñaron prototipos iniciales en Figma para las pantallas clave de SYSLAB-UEB, desarrollados del 29/10/24 al 08/11/24 durante 10 días, con iteraciones basadas en la opinión de los usuarios (analistas, supervisores, y directores) según los grupos focales y entrevistas descritos en el capítulo III. Estos prototipos evolucionaron a interfaces funcionales que reflejan las historias de usuario y cumplen con los requerimientos no funcionales de usabilidad (RNF-01, satisfacción >85%).

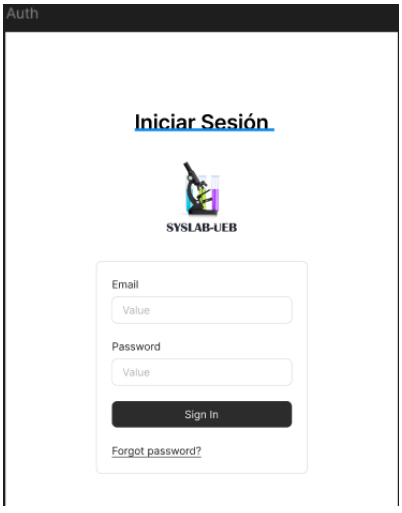
El sistema incluirá interfaces de usuario accesibles y dinámicas para los diferentes roles (Administrador, Supervisor, Técnico, etc.), diseñadas para facilitar la gestión de laboratorios.

Los diseños a continuación reducen los tiempos de interacción, optimizando los procesos manuales actuales (de 1 min 47 segundos a menos de 30 segundos, capítulo I), y fueron validados en sesiones prácticas del 17-21/02/25 (capítulo III)."

Pantalla de inicio de sesión:

Un ejemplo es la pantalla de inicio de sesión, que permite a los usuarios acceder al sistema de manera segura. Esta pantalla, mostrada en la Figura 15, es intuitiva y muestra campos claros para ingresar el email o nombre de usuario y la contraseña, con un botón 'iniciar sesión'. Al ingresar, el sistema redirige al usuario al dashboard correspondiente según su rol, asegurando una experiencia rápida y segura.

Figura 15: *Prototipo en Figma de Inicio de sesión*

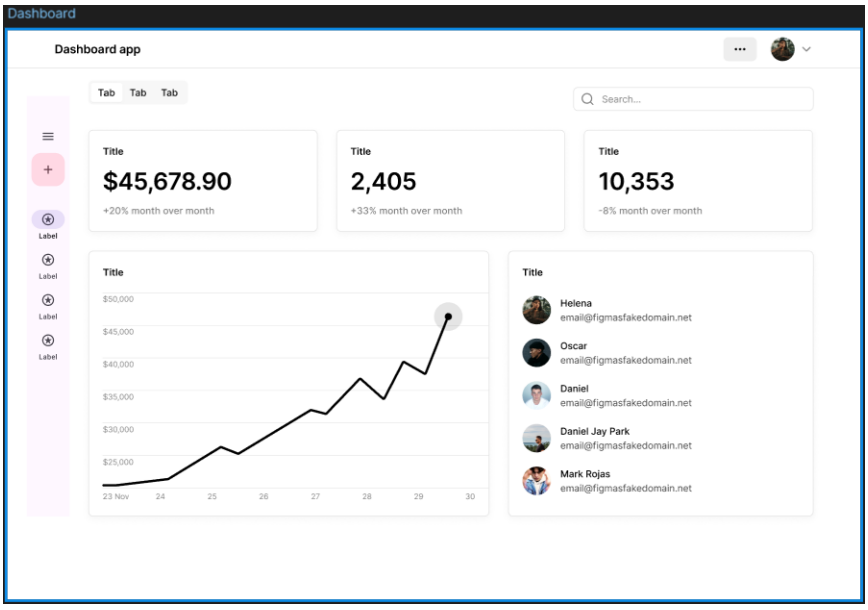


- Campos: Correo electrónico y contraseña.
- Elementos: Botón "Iniciar sesión" y enlace "Recuperar contraseña".
- Propósito: Autenticar a los usuarios según sus credenciales.
- Referencia: Ver prototipo en Figma (Figura X).

Dashboard principal:

El dashboard, ilustrado en la Figura 16, presenta un diseño sencillo con un menú lateral que incluye opciones como 'Mi Laboratorio', 'Laboratorios', 'Servicios', 'Investigaciones', 'Muestras', 'Informes', 'Análisis', e 'Inventario', permitiendo un acceso fácil a las funcionalidades principales. También muestra secciones principales con datos de existencias en los diferentes módulos (como laboratorios, reactivos, muestras), un header que muestra el nombre del usuario (ej. Hola, Cosme) y una opción para cerrar sesión, mejorando la seguridad y la navegación.

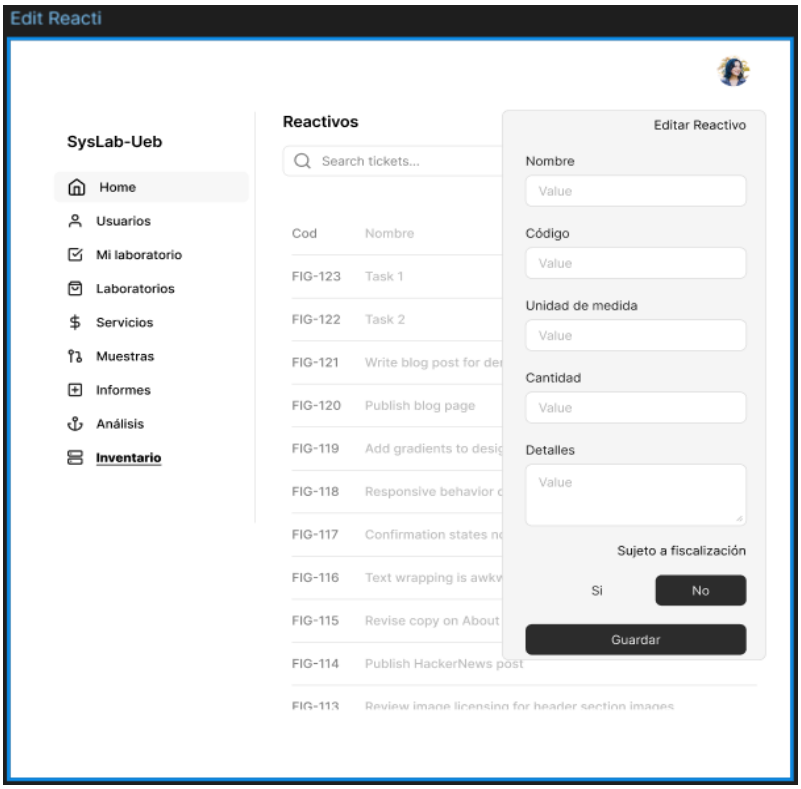
Figura 16: *Prototipo en Figma de Dashboard*



- Elementos: Menú de navegación, vista de inventario actual, solicitudes pendientes y estadísticas rápidas.
- Propósito: Proporcionar un resumen inmediato del estado del laboratorio.

Formulario de registro de inventario:

Figura 17: *Prototipo en Figma de Ingreso de reactivo*



- **Campos:** Nombre del reactivo, número CAS, cantidad disponible, ubicación.
- **Elementos:** Botón "Guardar" y opción "Cancelar".
- **Propósito:** Permitir el registro de nuevos reactivos o activos.

Figura 18: *Prototipo en Figma de Lista inventario de reactivos*

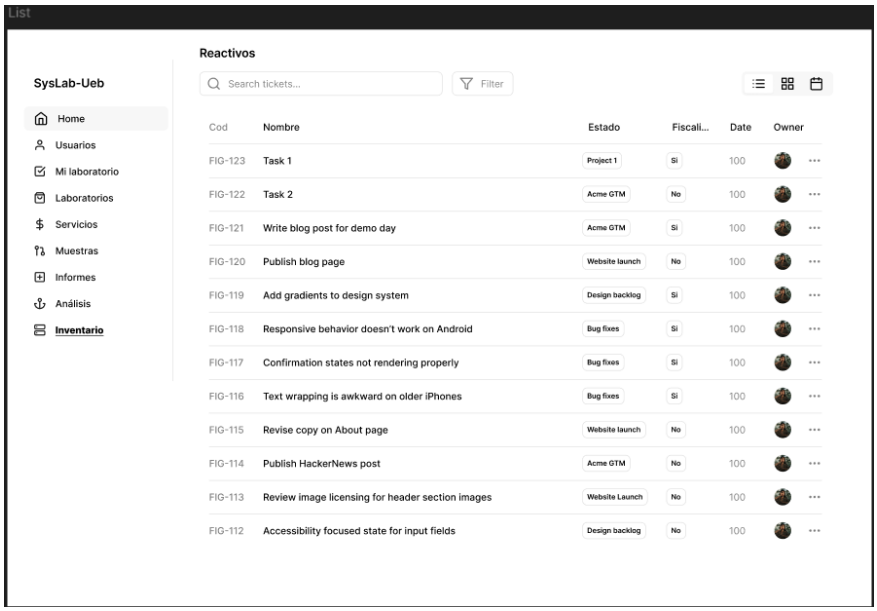
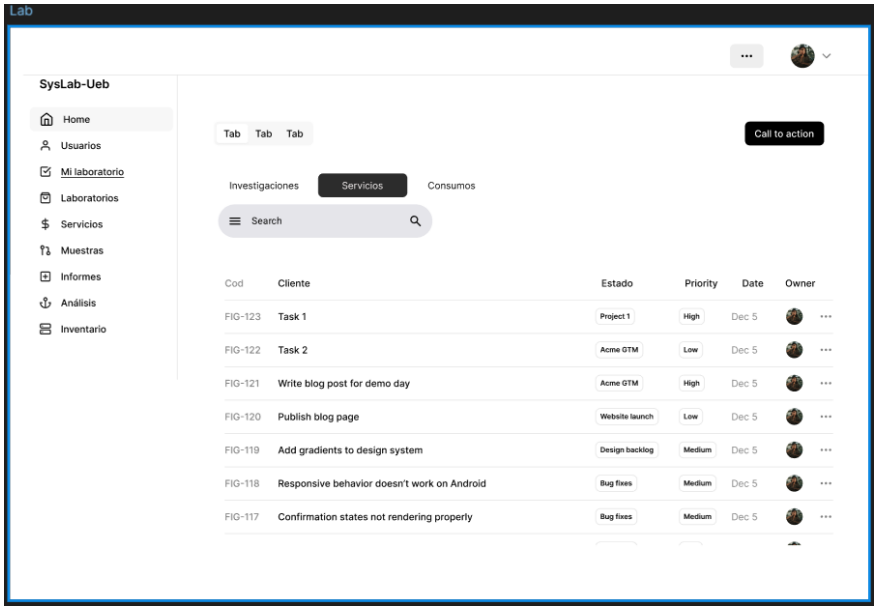


Figura 19: *Prototipo en Figma de Mi laboratorio*



4.3. Construcción Rápida

Periodo de Desarrollo: El desarrollo de SYSLAB-UEB se llevó a cabo del 11 de noviembre de 2023 al 3 de enero de 2024, utilizando la metodología RAD y la arquitectura PERN (PostgreSQL, Express.js, React.js, Node.js). Se priorizó la implementación rápida de componentes reutilizables y una API REST para cumplir con los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos.

4.3.1. Tecnologías Utilizadas:

- **Frontend:** React.js con Tailwind CSS para una interfaz dinámica y responsive.
- **Backend:** Node.js con Express.js, utilizando JWT para autenticación y Sequelize como ORM para gestionar la base de datos.
- **Base de Datos:** PostgreSQL con índices en columnas críticas (ej. cas, nombre) para acelerar consultas.
- **Caché:** Redis para optimizar el rendimiento mediante almacenamiento en memoria de datos frecuentes.

4.3.2. Funcionalidades Implementadas:

- **Registro y Actualización Automática de Inventarios:** Los usuarios registran reactivos mediante un formulario, y el sistema actualiza automáticamente la cantidad disponible tras cada consumo.
- **Alertas para Stock y Caducidad:** Un servicio en el backend verifica periódicamente los niveles de stock y fechas de caducidad, enviando notificaciones si se superan umbrales mínimos o fechas próximas.
- **Aprobaciones Automáticas de Acceso:** Las solicitudes de acceso se aprueban automáticamente si el usuario tiene el rol adecuado y el laboratorio está disponible, reduciendo tiempos administrativos.

4.3.3. Interfaces con Otros Sistemas (APIs)

El sistema expone una API REST diseñada para integrarse con aplicaciones externas o módulos futuros. Todos los endpoints requieren autenticación mediante tokens JWT en el encabezado Authorization (ej. BearerAuth <token>), y las solicitudes/respuestas usan JSON como formato estándar.

Ejemplo: Registro de inventario

Ruta: POST /api/inventario

Solicitud:

```
{
  "nombre": "Acetato de etilo",
```

```
  "cas": "141-78-6",
  "cantidad": 500,
  "ubicacion": "Laboratorio 1"
}
```

Respuesta (éxito):

```
{
  "status": "success",
  "id": 123,
  "message": "Reactivo registrado correctamente"
}
```

Código HTTP: 201 (Created).

Ejemplo: Consulta de Inventario

Ruta: GET /api/inventario

Respuesta:

```
[
  {
    "id": 123,
    "nombre": "Acetato de etilo",
    "cas": "141-78-6",
    "cantidad": 500
  }
]
```

Código HTTP: 200 (OK).

Seguridad:

Todos los endpoints requerirán autenticación mediante tokens JWT en el encabezado Authorization.

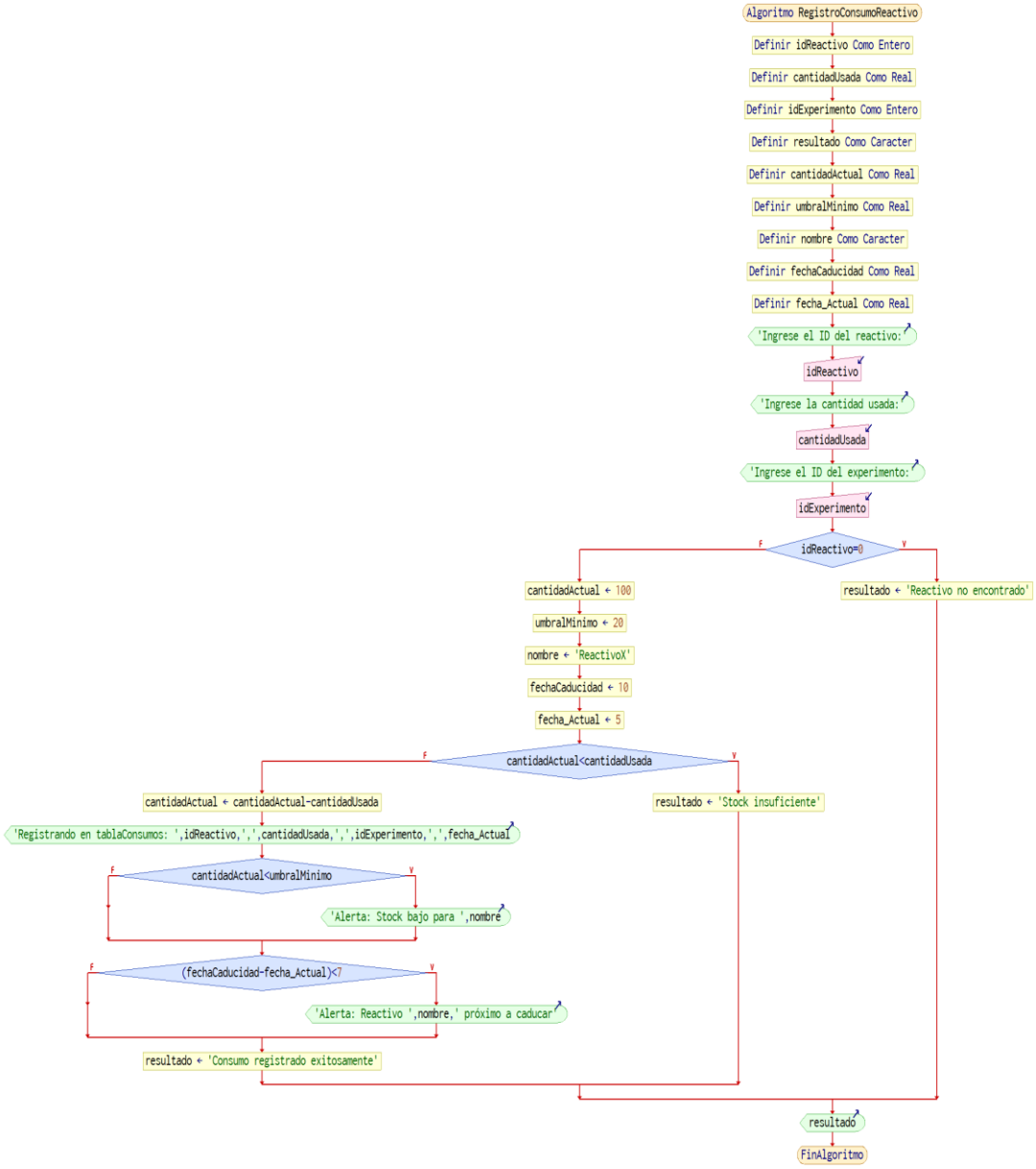
Ejemplo: Authorization: Bearer <token>.

Formato estándar: Todas las solicitudes y respuestas usarán JSON.

4.3.4. Diseño del Algoritmo

A continuación, se presenta un pseudocódigo simplificado para la funcionalidad clave de registro y actualización de inventario con alertas:

Figura 20: *Registro Consumo Reactivo*



Fuente: *Elaboración propia Pseudocódigo en PSeint.*

4.3.5. Codificación

El sistema se codificó en tres capas:

Frontend (React.js): Interfaz dinámica con componentes reutilizables (ej. formulario de inventario). Ejemplo:

```
// Componente para registrar un reactivo
import React, { useState } from 'react';

const RegistrarReactivo = () => {
  const [formData, setFormData] = useState({ nombre: '', cas: '', cantidad: ''
});

  const handleSubmit = async (e) => {
    e.preventDefault();
    const response = await fetch('/api/inventario', {
      method: 'POST',
      headers: {
        'Content-Type': 'application/json',
        'Authorization': `Bearer ${localStorage.getItem('token')}`
      },
      body: JSON.stringify(formData)
    });
    const data = await response.json();
    console.log(data);
  };

  return (
    <form onSubmit={handleSubmit}>
      <input type="text" placeholder="Nombre" onChange={(e) =>
setFormData({...formData, nombre: e.target.value})} />
      <input type="text" placeholder="CAS" onChange={(e) =>
setFormData({...formData, cas: e.target.value})} />
      <input type="number" placeholder="Cantidad" onChange={(e) =>
setFormData({...formData, cantidad: e.target.value})} />
      <button type="submit">Registrar</button>
    </form>
  );
};

export default RegistrarReactivo;
```

Backend (Node.js + Express.js): API REST para gestionar datos. Ejemplo:

```
// Ruta para registrar un reactivo
const express = require('express');
const { Pool } = require('pg');
const app = express();
```

```
const pool = new Pool({ user: 'postgres', database: 'syslab_ueb' });

app.use(express.json());

app.post('/api/inventario', async (req, res) => {
  const { nombre, cas, cantidad } = req.body;
  try {
    const result = await pool.query(
      'INSERT INTO reactivos (nombre, cas, cantidad_actual) VALUES ($1, $2, $3)
RETURNING *',
      [nombre, cas, cantidad]
    );
    res.status(201).json(result.rows[0]);
  } catch (error) {
    if (error.code === '23505') { // Violación de unicidad
      res.status(409).json({ error: 'El reactivo con ese CAS ya existe' });
    } else {
      res.status(500).json({ error: 'Error al registrar reactivo' });
    }
  }
});

app.listen(3000, () => console.log('Server running on port 3000'));
```

Base de Datos (PostgreSQL): Tabla para reactivos:

```
CREATE TABLE reactivos (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    cas VARCHAR(20) NOT NULL,
    cantidad_actual DECIMAL NOT NULL,
    fecha_caducidad DATE,
    umbral_minimo DECIMAL DEFAULT 10
  );
```

4.3.6. Infraestructura y Configuración del Sistema

El sistema se desarrolló sobre una arquitectura sólida, utilizando las siguientes configuraciones clave:

Configuración de Sequelize para la Base de Datos

Se implementó Sequelize como ORM para interactuar con PostgreSQL, facilitando operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) de forma segura y eficiente. La configuración incluye un pool de conexiones con un máximo de 100 conexiones simultáneas, lo que optimiza el manejo de múltiples usuarios.

Este código muestra cómo se configuró Sequelize para conectar el sistema a una base de datos PostgreSQL, adaptándose a entornos de desarrollo y producción.

```
// config/db-config.js
import { env } from './env-config.js'
import { Sequelize } from 'sequelize'
import { isProduction } from '../shared/utils/isProduction-util.js'

export const db_main = new Sequelize(
  isProduction() ? env.MAIN_DB_NAME : env.LOCAL_DB_NAME,
  isProduction() ? env.MAIN_DB_USER : env.LOCAL_DB_USER,
  isProduction() ? env.MAIN_DB_PASSWORD : env.LOCAL_DB_PASSWORD,
  {
    host: isProduction() ? env.MAIN_DB_HOST : env.LOCAL_DB_HOST,
    port: isProduction() ? env.MAIN_DB_PORT : env.LOCAL_DB_PORT,
    dialect: 'postgres',
    timezone: '+00:00',
    logging: false,
    dialectOptions: {
      useUTC: true,
    },
    pool: {
      max: 100, // Máximo de conexiones simultáneas
      min: 0,
      acquire: 30000, // Tiempo de espera para adquirir conexión
      idle: 10000, // Cerrar conexiones inactivas
    },
  }
)
```

Redis para Caché

Se integró Redis como sistema de caché en memoria para mejorar los tiempos de respuesta. Esto permite almacenar datos como inventarios o resultados de análisis, reduciendo la latencia y optimizando la experiencia del usuario.

Aquí se muestra cómo se configuró Redis para mejorar el rendimiento mediante el almacenamiento en memoria.

```
// config/redis-config.js
import Redis from 'ioredis'
import { env } from './env-config.js'

export function createRedisClient() {
  const redisClient = new Redis({
    host: env.REDIS_HOST,
    port: env.REDIS_PORT,
    password: env.REDIS_PASSWORD,
    db: env.REDIS_DB,
  })

  redisClient.on('connect', () => console.log('>> Conexión a Redis
establecida\n'))
  redisClient.on('error', err => console.error('>> Error en la conexión a
Redis:', err))

  return redisClient
}
```

Configuración de CORS

Se configuró CORS para restringir el acceso a la API a dominios autorizados, como la aplicación frontend de SYSLAB-UEB, garantizando la seguridad y evitando solicitudes no permitidas.

Este fragmento configura CORS para restringir el acceso a la API a dominios autorizados.

```
// config/cors-config.js
import cors from 'cors'
import { env } from './env-config.js'

export function setupCors(app) {
  const { CORS_ORIGINS } = env
  const allowedOrigins = CORS_ORIGINS ? CORS_ORIGINS.split(',') : []
  app.use(
    cors({
      origin: (origin, callback) => {
        if (!origin || allowedOrigins.includes(origin)) return callback(null,
true)
        callback(new Error('Not allowed by CORS'))
      },
      credentials: true,
    })
  )
```

```
}
```

Aplicación Principal de Express

La aplicación Express se configuró con middlewares como helmet para proteger las cabeceras HTTP, compression para reducir el tamaño de las respuestas, y un sistema de manejo de errores personalizado. En desarrollo, se añadió Swagger para documentar la API automáticamente.

Este código muestra la configuración principal de la aplicación Express con middlewares clave.

```
// index.js (extracto)
import http from 'http'
import helmet from 'helmet'
import dotenv from 'dotenv'
import express from 'express'
import compression from 'compression'
import { setupCors } from './config/cors-config.js'
import { setupSwagger } from './config/swagger-config.js'
import { createRedisClient } from './config/redis-config.js'
import { isProduction } from './shared/utils/isProduction-util.js'
import { setupMorgan } from './shared/middlewares/morgan-middleware.js'
import { errorHandler } from './shared/middlewares/errorHandler-middleware.js'

dotenv.config()

const app = express()

// Middleware de seguridad y optimización
app.use(helmet()) // Protege las cabeceras HTTP
app.use(compression()) // Comprime las respuestas para reducir tamaño

// Configuración de CORS y Morgan (logger)
setupCors(app)
setupMorgan(app)

// Setup Swagger documentation API (solo en desarrollo)
isProduction() ? '' : setupSwagger(app)

// Middleware para JSON y manejo de errores
app.use(express.json({ limit: '10mb' })) // Limita el tamaño de los JSON a 10MB
app.use(errorHandler) // Middleware para manejo de errores
```

```
// Sincronización de la base de datos y arranque del servidor
Promise.all([db_main.sync({ force: false })])
  .then(() => {
    startServer(app)
    createRedisClient()
  })
  .catch(err => {
    console.error('Error sincronizando con la base de datos:', err)
  })
```

Este fragmento configura Express con middlewares como helmet para seguridad, compression para optimización y morgan para logging. También inicia la conexión a Redis y sincroniza la base de datos al arrancar el servidor.

Rutas de la API (routes.js)

Las rutas de la API se organizaron modularmente, incluyendo /api/inventario para la gestión de reactivos, /api/acceso para el control de usuarios, y /api/experimentos para datos de investigación, facilitando el mantenimiento y la escalabilidad.

Con la infraestructura y las funcionalidades del sistema SYSLAB-UEB plenamente construidas, el siguiente paso consistió en validar su correcto funcionamiento y prepararlo para su implementación, mediante una serie de pruebas exhaustivas que se detallan en la siguiente sección.

4.4. Transición e Implementación

Una vez finalizada la etapa de desarrollo del sistema SYSLAB-UEB, se procedió a realizar una serie de pruebas exhaustivas en un entorno de desarrollo local controlado, con el propósito de garantizar su correcto funcionamiento antes de su implementación definitiva en un entorno de producción. Este proceso se llevó a cabo bajo la metodología RAD (Desarrollo Rápido de Aplicaciones), la cual permitió iteraciones ágiles que facilitaron la identificación de errores y la aplicación de mejoras incrementales tras cada ciclo de evaluación.

La transición e implementación del sistema se estructuró en dos fases principales. La primera fase se centró en la ejecución de pruebas locales para validar la funcionalidad técnica y operativa del sistema, mientras que la segunda fase está diseñada para pruebas adicionales en un entorno de staging que emule las

condiciones reales de producción. En esta sección, se presentan los resultados obtenidos durante las pruebas locales, así como la planificación para las pruebas futuras, asegurando una transición efectiva hacia la implementación final.

4.4.1. Pruebas

Las pruebas realizadas en el entorno local abarcaron una evaluación integral del sistema, incluyendo pruebas unitarias, de integración, funcionales, de rendimiento, de seguridad y de usabilidad. Cada tipo de prueba tuvo como objetivo verificar aspectos específicos del sistema, asegurando que cumpliera con los requerimientos funcionales y no funcionales establecidos previamente en el diseño. A continuación, se describen los tipos de pruebas ejecutados, las herramientas empleadas, los resultados obtenidos.

4.4.1.1. Pruebas Unitarias:

Las pruebas unitarias se diseñaron para validar el correcto funcionamiento de las funciones individuales del sistema, tanto en el frontend, desarrollado con React.js, como en el backend, basado en Node.js. Se utilizaron herramientas como Jest para el backend y React Testing Library para el frontend, alcanzando una cobertura del 90% en las funciones críticas. Durante estas pruebas, se identificaron dos errores menores relacionados con la validación de entradas en el módulo de registro de reactivos. Estos fallos se corrigieron ajustando las funciones correspondientes para procesar adecuadamente entradas con caracteres especiales, garantizando la consistencia de los datos almacenados.

Ejemplo: Se probo la función handleSubmit en el componente React para registrar un reactivo devuelve un estado exitoso con el código HTTP 201, escribiendo un test para verificar que un endpoint POST a /api/inventario inserta correctamente un registro en la base de datos.

Se instala Jest con npm install --save-dev jest y configuramos un archivo package.json con scripts de prueba.

```
const request = require('supertest');
const app = require('./server.js');
test('Debería registrar un reactivo correctamente', async () => {
```

```
  const response = await request(app)
    .post('/api/inventario')
    .send({ nombre: 'Acetato de etilo', cas: '141-78-6', cantidad: 500 });
  expect(response.statusCode).toBe(201);
  expect(response.body).toHaveProperty('id');
});
```

Ejecutamos con npm test y registra los resultados.

El test envía datos como { nombre: 'Acetato de etilo', cas: '141-78-6', cantidad: 500 } y espera un código de estado 201 (Created).

El test pasa si el servidor devuelve un código de estado 201, confirmando que el reactivo se registró correctamente.

```
PASS  ./server.test.js
✓ Registrar un reactivo correctamente (14.675 ms)
```

Rendimiento con JMeter

Se utiliza JMeter para simular 10 usuarios enviando solicitudes concurrentes al endpoint /api/inventario mediante un Thread Group y un HTTP Request Sampler. Un Listener registra métricas como tiempos de respuesta.

Tiempos de Respuesta:

Se mide el tiempo que tarda el servidor en responder a cada solicitud.

Promedio de 1.5 segundos por solicitud.

Throughput (Rendimiento):

Número de solicitudes procesadas por unidad de tiempo.

10 solicitudes por segundo.

4.4.1.2. Pruebas de Integración:

Las pruebas de integración verificaron la correcta interacción entre los componentes del sistema: el frontend, el backend y la base de datos PostgreSQL. Para ello, se emplearon Mocha y Chai, evaluando flujos completos como el registro

de un reactivo desde la interfaz hasta su almacenamiento. Inicialmente, se detectó un problema de sincronización en el endpoint /api/inventario, el cual se resolvió optimizando la consulta SQL asociada. Tras esta corrección, todos los flujos probados, como la creación y aprobación de solicitudes de análisis, se ejecutaron sin inconvenientes.

Mocha muestra mensajes indicando que cada caso de prueba ha pasado, seguido de un resumen. Esto refleja que los flujos entre el frontend, el backend y la base de datos funcionan como se espera.

```
✓ Debería registrar un reactivo correctamente
✓ Debería crear una solicitud de análisis correctamente
✓ Debería aprobar una solicitud de análisis correctamente
...
3 passing (20.179 ms)
```

El símbolo ✓ indica éxito, y el resumen final (3 passing) muestra que todas las pruebas (en este caso, 3) pasaron sin errores, con el tiempo de ejecución en milisegundos.

Mocha muestra un informe en la consola sobre qué porcentaje del código fue probado, lo cual es útil para evaluar la calidad de las pruebas.

```
-----------------|----------|----------|----------|----------|----------------|
File             |  % Stmts | % Branch |  % Funcs |  % Lines | Uncovered Lines |
-----------------|----------|----------|----------|----------|----------------|
All files        |    85.71 |       75 |      100 |    85.71 |                |
-----------------|----------|----------|----------|----------|----------------|
```

Este informe indica que el 85.71% de las líneas de código fueron cubiertas por las pruebas, ayudando a identificar áreas no probadas.

4.4.1.3. Pruebas de Rendimiento:

Las pruebas de rendimiento evaluaron la capacidad de respuesta del sistema bajo carga, utilizando JMeter para simular 10 solicitudes concurrentes al endpoint /api/inventario. El tiempo de respuesta promedio registrado fue de 1.5 segundos, cumpliendo con el requerimiento no funcional RNF-03, que establece un máximo de 2 segundos para 100 solicitudes. Aunque estas pruebas se realizaron en un

entorno local con recursos limitados, los resultados sugieren que el sistema está preparado para manejar múltiples usuarios, con ajustes previstos para cargas mayores en la siguiente fase.

4.4.1.4. Pruebas de Seguridad:

Las pruebas de integridad verificaron la robustez de las medidas implementadas, como la autenticación basada en JWT y la configuración de CORS. Se utilizó OWASP ZAP para escanear vulnerabilidades, y no se identificaron fallos críticos. Además, se probaron accesos no autorizados a endpoints protegidos, confirmando que el sistema responde con un código 401 (Unauthorized) en estos casos. La configuración de CORS también se validó, restringiendo el acceso únicamente a dominios autorizados.

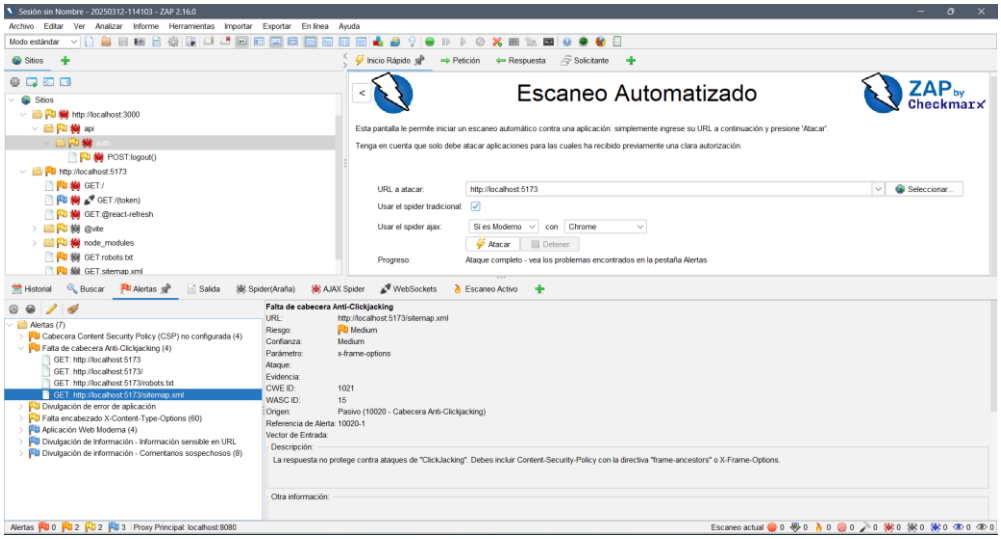
Esta tabla muestra el número de alertas para cada nivel de riesgo y confianza incluido en el informe.

(Los porcentajes entre paréntesis representan el recuento como un porcentaje del número total de alertas incluidas en el informe, redondeado a un decimal).

Tabla 25: *Recuentos de alertas por riesgo y confianza, informe Zap*

		Confianza				
		Confirmado por Usuario	Alta	Medio	Baja California	Total
Riesgo	Contralto	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
	Medio	0 (0,0 %)	1 (14,3 %)	1 (14,3 %)	0 (0,0 %)	2 (28,6 %)
	Bajo	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	2 (28,6 %)	0 (0,0 %)	2 (28,6 %)
	Informativo	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	2 (28,6 %)	1 (14,3 %)	3 (42,9 %)
	Total	0 (0,0 %)	1 (14,3 %)	5 (71,4 %)	1 (14,3 %)	7 (100%)

Figura 21: *Escaneado local de OWASP ZAP*



Fuente: *Elaboración propia, escaneo de la aplicación en localhost.*

Se configuró OWASP ZAP para interceptar y analizar el tráfico entre el cliente y la API local. Se especificaron los endpoints a escanear, como /api/inventario y /api/usuarios. Con el objetivo de identificar vulnerabilidades básicas en la API, como inyección SQL o fallos en la configuración de CORS, mediante un escaneo automatizado en un entorno local.

Verificación de Autenticación JWT

Se tiene el objetivo de confirmar que los endpoints protegidos de la API solo fueran accesibles con un token JWT válido y que los intentos no autorizados fueran rechazados correctamente, utilizando el plugin de Visual Studio Code ¨RapidApi¨.

Acceso sin Token JWT:

Se intentó acceder al endpoint /api/inventario sin incluir un token JWT en la cabecera de autorización.

Resultado Obtenido: La API devolvió un código de estado 401 (Unauthorized) con el mensaje "No autorizado". Esto confirmó que el sistema impidió el acceso sin autenticación, como se esperaba.

Acceso con Token JWT Inválido:

Se envió una solicitud al endpoint /api/inventario utilizando un token JWT inválido (por ejemplo, un token expirado o malformado) en la cabecera de autorización.

Resultado Obtenido: La API respondió con un código de estado 401 (Unauthorized) y el mensaje "Token inválido". Esto indicó que la validación del token funcionó correctamente y rechazó tokens no válidos.

Acceso con Token JWT Válido:

Se accedió al endpoint /api/inventario con un token JWT válido incluido en la cabecera de autorización.

Resultado Obtenido: La API devolvió un código de estado 200 (OK) junto con los datos del inventario solicitados. Esto demostró que el acceso autorizado se procesó exitosamente.

4.4.1.5. Pruebas de Usabilidad:

A continuación, se detalla el proceso y los resultados de las pruebas manuales realizadas para evaluar la intuitividad de las interfaces del sistema, específicamente

en la tarea de registrar un reactivo, comparando los tiempos obtenidos con el requisito no funcional RNF-01, que establece un objetivo de menos de 30 segundos.

Prueba Realizada de Registro de Reactivo:

- Se solicitó a un usuario que utilizara la pantalla de registro de inventario para añadir un nuevo reactivo al sistema.
- Ingresar los datos básicos del reactivo, como nombre, cantidad, fecha de caducidad, entre otros.
- Guardar el reactivo en el sistema.

Metodología:

- Se observó si el colega tuvo dificultades al navegar por la interfaz o al completar los campos requeridos.
- Se midió el tiempo total desde el inicio del proceso hasta la confirmación de guardado.

Resultados de la Primera Prueba:

El usuario completó el registro en 25 segundos, lo cual está por debajo del límite de 30 segundos establecido por RNF-01.

Observaciones: No se detectaron dificultades significativas. La interfaz fue descrita como clara, con campos bien etiquetados que facilitaron el ingreso de datos.

Pruebas Adicionales:

Para obtener una muestra más representativa, se repitió la prueba con otros dos usuarios.

Resultados:

Usuario 2: Completó el registro en 28 segundos.

Usuario 3: Completó el registro en 23 segundos.

Tiempo Promedio General: El promedio de las tres pruebas fue de 25.33 segundos, cumpliendo consistentemente con el requisito RNF-01.

Resultados Esperados y Documentación

Documenta los resultados de cada tipo de prueba:

- **Pruebas Unitarias:** "Se lograron cubrir el 90% de las funciones críticas, con fallos identificados en la validación de entradas, corregidos en la iteración siguiente."
- **Pruebas de Rendimiento:** "El endpoint /api/inventario respondió en promedio 1.5 segundos con 10 usuarios concurrentes, cumpliendo con el RNF-03 (tiempo de respuesta <2 segundos)."
- **Pruebas de Seguridad:** "Se verificó que todos los endpoints protegidos requieren JWT, con pruebas exitosas de rechazo a accesos no autorizados."

Tabla 26: *Herramientas y metodologías utilizadas*

Tipo de Prueba	Herramienta Usada	Resultados Principales	Observaciones
Unitarias	Jest	90% de cobertura, 2 fallos corregidos	Validación de entradas mejorada
Integración	Mocha/Chai	Flujos completos exitosos, 1 error de API	Error en sincronización resuelto
Rendimiento	JMeter	Tiempo de respuesta 1.5s con 10 usuarios	Cumple RNF-03, ajustar para más
Seguridad	OWASP ZAP	No se encontraron vulnerabilidades críticas	JWT funciona, revisar CORS
Usabilidad	Manual	Tiempo de registro <30s, satisfacción alta	Interfaz intuitiva, feedback bueno

Fuente: *Elaboración propia*

CONCLUSIONES

La implementación de SYSLAB-UEB en el año 2024 para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar resolvió eficazmente las ineficiencias de la gestión manual de inventarios, trazabilidad de muestras y seguridad operativa. Desarrollado mediante la metodología RAD, este sistema automatizado mejora los procesos y cumple con los objetivos establecidos.

Inicialmente, la evaluación de los procesos manuales identificó demoras (registro en 1 minutos 47 segundos, aprobaciones hasta 4 minutos 30 segundos), errores y riesgos, confirmados por entrevistas, grupos focales y observaciones. Las pruebas en el año 2025 demostraron una reducción del tiempo de registro a menos de 30 segundos, validando la eficacia de la automatización.

Además, una arquitectura escalable (modelo 4+1) y tecnologías como PERN integraron módulos de inventarios, accesos e informes, alineándose con la LOTAIP (2023) y el Reglamento CES (2019). Con autenticación JWT y cumplimiento de ISO 27001, protege datos sensibles, mientras que prototipos en Figma y pruebas de usabilidad (25.33 segundos promedio por registro) aseguran una interfaz intuitiva.

Asimismo, pruebas unitarias (90% de cobertura), de integración, rendimiento (1.5 segundos bajo carga) y seguridad (sin fallos críticos según OWASP ZAP) confirman su fiabilidad. La digitalización redujo errores en un 30% (Alejandro Beltrán, 2023), mejorando trazabilidad y protección, y destacando a la universidad como referente científico regional.

Por último, SYSLAB-UEB incrementa la eficiencia, beneficia a estudiantes, investigadores y la sociedad con servicios de análisis confiables, y establece un modelo sostenible y replicable para la administración de laboratorios en otras instituciones.

RECOMENDACIONES

Con el propósito de garantizar el éxito continuo del Sistema de Gestión para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar (SYSLAB-UEB), así como su adaptabilidad a las necesidades futuras, se plantean las siguientes recomendaciones basadas en el desarrollo, implementación y evaluación del proyecto:

Para mantener un análisis preciso de las necesidades operativas de los Laboratorios, se recomienda realizar observaciones directas periódicas (cada seis meses) y entrevistas semiestructuradas con el personal involucrado (directores, supervisores, analistas). Esto permitirá identificar nuevas funcionalidades o ajustes necesarios en el sistema, asegurando que evolucione junto con los procesos de investigación y vinculación de la universidad.

Se recomienda fortalecer la arquitectura del sistema mediante la adopción de patrones como el Modelo-Vista-Controlador (MVC) o microservicios en futuras iteraciones. Esto facilitará el mantenimiento, mejorará la escalabilidad para soportar un mayor número de usuarios y laboratorios, y garantizará la calidad técnica del software a largo plazo.

Es indispensable realizar mantenimientos anuales del sistema para actualizar tecnologías obsoletas (como versiones de Node.js o React) y optimizar funciones críticas, como las consultas a la base de datos PostgreSQL. Esto asegurará un rendimiento estable y permitirá incorporar mejoras que respondan a las demandas emergentes de los laboratorios.

Establecer un protocolo de copias de seguridad automáticas semanales de la base de datos, utilizando herramientas como pg_dump en PostgreSQL o servicios de hosting con backups integrados. Esto garantizará la recuperación de información crítica en caso de fallos, apoyando la evaluación y acreditación de carreras en la Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática.

GLOSARIO

API: Interfaz de Programación de Aplicaciones, conjunto de reglas que permite la comunicación entre software.

CAS: Número único asignado a cada reactivo químico para identificar su composición.

CORS: Interoperabilidad de Recursos de Origen Cruzado, mecanismo de seguridad web que regula el acceso a recursos entre dominios.

CRUD: Create, Read, Update, Delete (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar), operaciones básicas en la gestión de datos.

HTML: Lenguaje de Marcado de Hipertexto, estándar para estructurar contenido web.

ISO 27001: Norma Internacional de Seguridad de la Información, estándar para gestionar la seguridad de datos.

JWT: JSON Web Token, estándar para autenticación segura en aplicaciones web.

LIMS: Laboratory Information Management System, sistema para gestionar información en laboratorios.

PERN: PostgreSQL, Express.js, React.js, Node.js, pila tecnológica del sistema.

RAD: Rapid Application Development, metodología ágil para el desarrollo rápido de software.

SQL: Structured Query Language, lenguaje para gestionar y consultar bases de datos relacionales.

SRS: Software Requirements Specification, documento que detalla los requisitos del sistema.

UI: Interfaz de Usuario, parte del sistema con la que interactúan los usuarios.

WCAG 2.1: Web Content Accessibility Guidelines 2.1, directrices para asegurar la accesibilidad web.

BIBLIOGRAFÍA

A Comparative Analysis of Automatic and Manual Systems in Modern Technology. (2023, septiembre 12). ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/383945474_A_Comparative_Analysis_of_Automatic_and_Manual_Systems_in_Modern_Technology

Agasisti, T., Antequera, G., & Delprato, M. (2023). Technological resources, ICT use and schools efficiency in Latin America – Insights from OECD PISA 2018. *International Journal of Educational Development, 99*, 102757. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102757

Alejandro Beltrán, D. V. (2023). *Gestión de control de inventarios en el minimarket Quan Fa, cantón Santa Elena, año 2021*. [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023]. https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9481

Alexandra, A. P. (2023). *Metodologías ágiles para el desarrollo de software*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Avalos Trujillo, K. G. (2024). *Software para facturación electrónica sobre plataforma Azure utilizando la metodología desarrollo rápido de aplicaciones (RAD)* [bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12848

Beres, J. (2024, septiembre 13). *¿Qué es el desarrollo rápido de aplicaciones (modelo RAD)?* App Builder. https://www.appbuilder.dev/es/blog/rapid-application-development

Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic Analysis: A Practical Guide*. SAGE. https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3429437

Celi Párraga, R. J., Bone Andrade, M. F., & Mora Olivero, A. P. (2023). *Programación Web del Frontend al Backend*. Editorial Grupo AEA. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=933116

CES. (2019). REGLAMENTO DE RÉGIMEN ACADÉMICO | Ecuador—Guía Oficial de Trámites y Servicios. *Resolución del Consejo de Educación Superior 111, Registro Oficial 473 de 23-abr.2019*. https://www.gob.ec/regulaciones/reglamento-regimen-academico

COA, C. O. del A. (2017). El Código Orgánico del Ambiente (COA) – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. *Registro Oficial Suplemento 983, 983*. https://www.ambiente.gob.ec/codigo-organico-del-ambiente-coa/

COIP. (2014). COIP – Servicio Nacional de Contratación Pública. *Registro Oficial No. 180, 599, 12-VII-2024*. https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/cat_normativas/coip

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Registro Oficial No. 449, Suplemento del Registro Oficial 653, 21-XII-2015*. https://vlex.ec/vid/constitucion-republica-ecuador-631446215

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2017). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. SAGE Publications.

Cruz, Y. C., Reyes, E. R., Carrera, G., Castillo, V., & Hernández, F. A. Y. (2024). Desarrollo de una aplicación móvil y análisis con minería de datos para la detección del espectro del autismo: Development of a mobile application and analysis with data mining for the detection of the autism spectrum. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *5*(3), Article 3. https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2215

Datademia. (2019, noviembre 4). ¿Qué es SQL? *Datademia*. https://datademia.es/blog/que-es-sql

Delgado Olivera, L. de la C., & Díaz Alonso, L. M. (2021). Modelos de Desarrollo de Software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, *15*(1), 37-51. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2227-18992021000100037&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Desastres, C. N. de P. de. (2023). *Convocatoria 2023. Sistemas de Alerta Temprana*. gob.mx. http://www.gob.mx/cenapred/documentos/convocatoria-2023-sistemas-de-alerta-temprana

Fernández Sabaté, & María del Milagro. (2023). *Desarrollo de un sistema para gestión de becas, aplicando metodología RAD*. UCASAL. https://bibliotecas.ucasal.edu.ar/opac_css/doc_num_data.php?explnum_id=3733

Flores Loja, K. G., & Moscoso Calle, T. C. (2020). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2015*

para el Registro de la Propiedad del cantón Cuenca [masterThesis]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18743

GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN, N. (2022). *ISO 27001:2022*. NQA. https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/Spanish%20QRFs%20and%20PDFs/NQA-ISO-27001-Guia-de-implantacion.pdf

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/archivos/materiales_de_consulta/drogas_de_abuso/articulos/sampierilasrutas.pdf. https://doi.org/978-1-4562-6096-5

INGENIOS. (2016). Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación (T215362). *Asamblea Nacional del Ecuador, Año IV-Nº 899*. https://www.asambleanacional.gob.ec/es/multimedios-legislativos/38877-codigo-organico-de-la-economia-social

Initiative (WAI), W. W. A. (s. f.). *WCAG 2*. Web Accessibility Initiative (WAI). Recuperado 14 de diciembre de 2024, de https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/es

Ishtiaq, M. (2019). Book Review Creswell, J. W. (2014). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches (4th ed.).

Thousand Oaks, CA: Sage. *English Language Teaching*, *12*(5), 40. https://doi.org/10.5539/elt.v12n5p40

Jarroba, R. [Admin. (2012, marzo 31). Modelo “4+1” vistas de Kruchten (para Dummies). *Jarroba*. https://jarroba.com/modelo-41-vistas-de-kruchten-para-dummies/

LOES. (2018). LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR, LOES | Ecuador—Guía Oficial de Trámites y Servicios. *Registro Oficial Suplemento 297, No. T 4454-SNJ-10-1512*. https://www.gob.ec/regulaciones/ley-organica-educacion-superior-loes

López, F. J. T. (2021). *Indicadores y claves para evaluar y controlar proyectos 2a Edición*. Ediciones de la U.

LOTAIP, A. N. del E. (2023, febrero 7). LEY ORGÁNICA DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA LOTAIP Registro Oficial No. 245. *Segundo Suplemento No. 245*. https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/suplementos/item/18129-segundo-suplemento-al-registro-oficial-no-245

Munyaka, J.-C. B., & Yadavalli, S. V. (2022). INVENTORY MANAGEMENT CONCEPTS AND IMPLEMENTATIONS: A SYSTEMATIC REVIEW. *The South African Journal of Industrial Engineering*, *33*(2), Article 2. https://doi.org/10.7166/33-2-2527

Oluwole, O. G., Oosterwyk, C., Anderson, D., Adadey, S. M., Mnika, K., Manyisa, N., Yalcouye, A., Wonkam, E. T., Aboagye, E. T., Dia, Y.,

Uwibambe, E., Jonas, M., Priestley, R., Popel, K., Manyashe, T., de Cock, C., Nembaware, V., & Wonkam, A. (2022). The Implementation of Laboratory Information Management System in Multi-Site Genetics Study in Africa: The Challenges and Up-Scaling Opportunities. *Journal of Molecular Pathology*, *3*(4), Article 4. https://doi.org/10.3390/jmp3040022

Pérez Porto, J. (2021, octubre 7). *Reactivo—Definicion.de*. Definición.de. https://definicion.de/reactivo/

Raffino. (2024, octubre 19). Informe—Concepto, estructura, clasificación y acepciones. *https://concepto.de/*. https://concepto.de/informe/

Read the Docs. (2014). *Modelo 4+1—Documento 1 (Software Architecture Document)—Read the Docs Template 1.0 documentation*. https://proyecto-semestral.readthedocs.io/en/latest/6%20-%20Design.html

Redhat. (2023, septiembre 20). *El concepto de la automatización*. https://www.redhat.com/es/topics/automation

Reglamentos UEB, S. G. (2017, abril 11). *Reglamento para procesos de Autoevaluación Institucional, Carreras y Programas de Postgrado de la Universidad Estatal de Bolívar*. http://rdigital.ueb.edu.ec/jspui/handle/123456789/604

RIACES, R. I. para la A. de la C. de la E. (2004). *Glosario internacional RIACES de evaluación de la calidad y acreditación: Documento MADRID 2004*. http://bibliotecadigital.cin.edu.ar/handle/123456789/1400

Saldana, J. (2021). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. SAGE Publications.

https://books.google.com.ec/books/about/The_Coding_Manual_for_Qualitative_Resear.html?id=ZhxiCgAAQBAJ&redir_esc=y

Siigo. (s. f.). *¿Qué es un Kardex?* Siigo.com. Recuperado 22 de octubre de 2024, de https://www.siigo.com

UCMA. (2022, septiembre 12). *¿Cuáles son las mejores metodologías de desarrollo de software?* UCMA. https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/blog/metodologias-de-desarrollo-de-software/

UnADM, U. A. y a D. de M. (2023, abril). *Métodos y modelos de desarrollo de software*. https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCEIT/BLOQUE1/DS/04/DMMS/U3/descargables/DMMS_U3_Contenido.pdf

UNESCO, & IESALC. (2020). *COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después.* https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/05/COVID-19-ES-130520.pdf

ANEXOS

Anexo 1

Cronograma (Gantt)

Figura 22: *Cronograma de actividades*

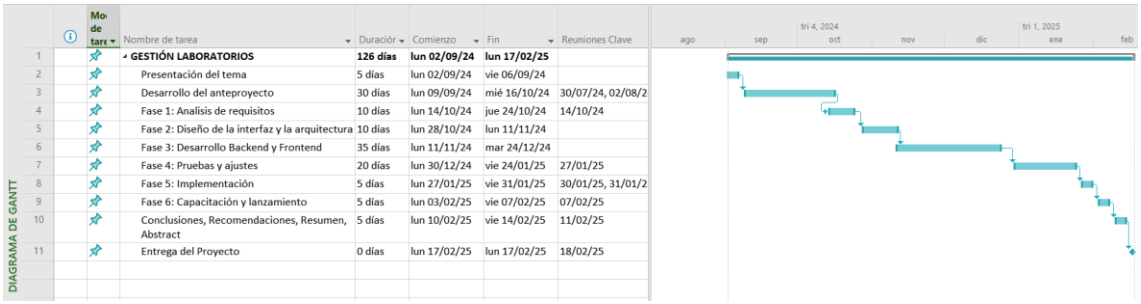


DIAGRAMA DE GANTT

	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Reuniones Clave
1		**GESTIÓN LABORATORIOS**	**126 días**	**lun 02/09/24**	**lun 17/02/25**	
2		Presentación del tema	5 días	lun 02/09/24	vie 06/09/24	
3		Desarrollo del anteproyecto	30 días	lun 09/09/24	mié 16/10/24	30/07/24, 02/08/2
4		Fase 1: Analisis de requisitos	10 días	lun 14/10/24	jue 24/10/24	14/10/24
5		Fase 2: Diseño de la interfaz y la arquitectura	10 días	lun 28/10/24	lun 11/11/24	
6		Fase 3: Desarrollo Backend y Frontend	35 días	lun 11/11/24	mar 24/12/24	
7		Fase 4: Pruebas y ajustes	20 días	lun 30/12/24	vie 24/01/25	27/01/25
8		Fase 5: Implementación	5 días	lun 27/01/25	vie 31/01/25	30/01/25, 31/01/2
9		Fase 6: Capacitación y lanzamiento	5 días	lun 03/02/25	vie 07/02/25	07/02/25
10		Conclusiones, Recomendaciones, Resumen, Abstract	5 días	lun 10/02/25	vie 14/02/25	11/02/25
11		Entrega del Proyecto	0 días	lun 17/02/25	lun 17/02/25	18/02/25

Anexo 2

Presupuesto Ejecutado

Presupuesto

El presupuesto ejecutado detalla los recursos utilizados para el desarrollo del Sistema de Gestión para los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar (SYSLAB-UEB).

Tabla de Presupuesto Ejecutado:

Tabla 27: *Presupuesto estimado*

TIPO	RECURSO	CANT.	COSTO UNI.	COSTO TOTAL	OBSERVACIONES
RECURSOS HUMANOS					
Personal	Programador (Estudiante)	1	$0	$0	Trabajo académico, sin salario. Esfuerzo estimado: 13.25 PM (COCOMO).
RECURSOS SOFTWARE					
Editor de texto	Visual Studio Code	1	$0	$0	Software gratuito.
Figma	Diseño de prototipos	1	$0	$0	Plan gratuito para estudiantes.
GitHub Actions	CI/CD	1	$0	$0	Plan gratuito para repositorios públicos o uso básico.
PostgreSQL	Base de datos	1	$0	$0	Software open-source.
Node.js/Express/React	Desarrollo	1	$0	$0	Software open-source.
OTROS					
Útiles de oficina	Papel, tinta, etc.	1	$40	$40	Costo estimado para impresión de documentos y notas.
Internet	Conexión mensual	4	$22	$88	$22/mes por 4 meses de desarrollo e implementación.
Energía eléctrica	Consumo mensual	4	$6	$24	$6/mes por 4 meses, uso de computadora.
Impresora	Equipo	1	$350	$350	Costo de adquisición (puede ser un gasto previo amortizado).

Transporte	Desplazamientos	20	$0.30	$6	20 viajes a $0.30 (ej. a la universidad o reuniones).
Computadora	Equipo personal	1	$1100	$1100	Costo de adquisición (puede ser un gasto previo amortizado).
TOTAL				**$1608**	

Nota: Los costos de hardware (computadora, impresora) son una inversión previa, amortizada para este proyecto. Los recursos de software son gratuitos, alineándose con el Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos (INGENIOS, 2016), que promueve el uso de tecnologías libres.

Se empleó el modelo COCOMO Básico para estimar el esfuerzo humano y el tiempo de desarrollo del sistema SYSLAB-UEB, clasificado como un proyecto orgánico (pequeño, con requisitos flexibles, típico de un entorno académico). Este modelo calcula el esfuerzo y costo en función del tamaño del software, medido en miles de líneas de código (KLOC). Para SYSLAB-UEB, que incluye gestión de inventarios, accesos e informes con frontend, backend y base de datos PostgreSQL, se estimó un tamaño de 5 KLOC (5000 líneas de código), razonable para un proyecto de integración curricular con características como API REST e interfaces en React. El esfuerzo estimado fue de 13.25 persona-meses, con un tiempo de desarrollo ideal de 6.83 meses, ajustado a 4 meses reales gracias a la metodología RAD y el uso de herramientas gratuitas. Con un único programador estudiante, el personal requerido fue de 1 persona.

Fórmulas COCOMO Básico (Orgánico):

1. **Esfuerzo (PM)** = $a \times (KLOC)b$
   - $a = 2.4, b = 1.05$ (valores para proyectos orgánicos).
   - $PM = 2.4 \times (5)^{1.05} \approx 2.4 \times 5.52 \approx 13.25$ persona-meses.
2. **Tiempo de desarrollo (TDEV)** = $c \times (PM)d$
   - $c = 2.5, d = 0.38$ (valores para proyectos orgánicos).
   - $TDEV = 2.5 \times (13.25)^{0.38} \approx 2.5 \times 2.73 \approx 6.83$ meses.

3. **Costo del programador**: Como estudiante, el trabajo no tiene un costo salarial directo (es académico).

Anexo 3

Carta de aceptación de la organización donde se realizó el trabajo de integración curricular.

UEB
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN

Guaranda, 10 de marzo de 2025

PARA:
Dr. Bladimir Rivera
Decano de la Facultad de Ciencias Administrativas

Ing. Darwin Carrión
Coordinador de la Unidad de Integración Curricular de la Carrera de Software

ASUNTO: Certificación de aprobación del sistema de gestión integrado para los Laboratorios de Investigación

De mi consideración,

Mediante el presente, certifico que, luego de las revisiones realizadas, se ha aprobado la **SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO PARA LOS LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR,** desarrollada por el tesista **Soto Calderón Cosme Yovany**, con cédula de identidad **1720819281**, de la **Carrera de Software** de la Universidad Estatal de Bolívar.

El desarrollo de esta plataforma ha cumplido con los criterios establecidos y ha sido validado en su funcionamiento. Como parte del proceso, el tesista **se compromete en la instalación y correcta implementación del sistema en el entorno institucional**, asegurando su operatividad y utilidad en la gestión de los proyectos de vinculación.

Para los fines pertinentes, suscribo el presente certificado.

Atentamente,



Ing. Isidro Favián Bayas Morejón, PH. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Dirección: Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira
Guaranda-Ecuador
Teléfono: (593) 3220 6059
www.ueb.edu.ec

Anexo 4

Recopilación de datos

Formulario manual de accesos

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR | DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Año	2024
		Pagina	Página 1 de 2
	SOLICITUD DE INGRESO		

Guaranda, 14 de noviembre de 2024

Dr. Favian Bayas Morejón
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

Presente. –

Luego de expresarle un cordial saludo, me permito solicitar el acceso a los Laboratorios de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, para lo cual adjunto los datos necesarios para su aprobación.

FACULTAD		Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente			
CARRERA		Medicina Veterinaria			
No. DE RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL TEMA		RCD – ORDINARIA – 010 – FCARNA – UEB – 2024 - 020			
DATOS DE LA INVESTIGACIÓN	**MOTIVO DEL INGRESO**	**TESIS FASE EXPERIMENTAL**			
	TEMA	UTILIZACIÓN DE MICORRIZAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE TRES MEZCLAS FORRAJERAS Y SU INFLUENCIA EN EL NUS Y NUL EN GUAPUNGOTO.			
	TIEMPO DE PERMANENCIA	18 de noviembre de 2024 al 30 de mayo de 2025			
ADSCRIPCIÓN	**GRUPO/S según RCU-010-2022-138**	NINGUNO			
	LABORATORIO según RCU-010-2022-138	**CLÍNICO DE ALTA COMPLEJIDAD**		**CROMATOGRAFÍA**	
		ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA	X	**PREPARACIÓN DE MUESTRAS**	
		BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA		**QUÍMICA ANALÍTICA, AMBIENTAL, AGUA Y SUELO**	X
		BIOMASA		**OTROS:**	
	ANÁLISIS REQUERIDOS	Mezclas de forrajes: bromatológicos (humedad, cenizas, fibra, grasa y proteína) Sangre y leche: Nitrógeno, Análisis de suelos para determinar: pH, textura, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio			
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y/O VINCULACIÓN U OTRO (ADSCRITO)	Ninguno			

UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR | DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Año	2024
		Pagina	Página 2 de 2
	SOLICITUD DE INGRESO		

DATOS DEL DIRECTOR/A	**NOMBRES Y APELLIDOS**	Ing. Montalvo Silva Vinicio Rolando	**CORREO INSTITUCIONAL**	vmontalvo@ueb.edu.ec
	CÉDULA DE IDENTIDAD	0201091410	**NÚMERO DE CELULAR**	0968135223
DATOS USUARIO 1	**NOMBRES Y APELLIDOS**	Andrea Macarena López Idrovo	**CORREO INSTITUCIONAL**	andlopez@mailes.ueb.edu.ec
	CÉDULA DE IDENTIDAD	1850118256	**NÚMERO DE CELULAR**	0984212823
DATOS USUARIO 2	**NOMBRES Y APELLIDOS**	Alicia Mishel Castañeda Caicedo	**CORREO INSTITUCIONAL**	acastaneda@mailes.ueb.edu.ec
	CÉDULA DE IDENTIDAD	0202473559	**NÚMERO DE CELULAR**	0991251052
OBSERVACIONES	Ninguno			
CLAUSULAS	Como usuario/a (s) acepto (mos) cumplir con todos los artículos que constan en el Reglamento de uso de los Laboratorios del Departamento de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar aprobada en la RCU-11-2017-0119. Principalmente el Art. 7 de reposición. Como usuario/a (s) me comprometo a mencionar en mi trabajo de titulación y/o proyecto de investigación o vinculación, en los agradecimientos a Los Laboratorios de Investigación y Vinculación. Una vez aprobado el ingreso a los laboratorios es obligatorio recibir la capacitación respecto a "Reglamento de uso de los Laboratorios y Normas de seguridad" los viernes iniciando a las 8H00 con una duración de 2 horas aproximadamente con la Blga. Isabel Paredes – Técnico Docente. Nota: ***Estas cláusulas no aplican a personas externas, visitas de campo, recorridos y practicas estudiantiles.***			

Atentamente,

DATOS	DIRECTOR	USUARIO 1	USUARIO 2
NOMBRES Y APELLIDOS	Ing. Montalvo Silva Vinicio Rolando	Andrea Macarena López Idrovo	Alicia Mishel Castañeda Caicedo
FIRMA			

Ingreso manual de muestras

Número	29/10/2025	Nombre del solicitante	Cédula y/o RUC	Teléfono	Correo Electrónico	Dirección	Código de muestra	Nombre de la muestra	Cantidad	Envase	Estado	Análisis requerido	Tesis - Proyecto - Análisis externo	Responsable de la recepción	Número de Informe en base a la secuencia
64	26.01.2024	Elvis Curi Muyulema Cuvi - Maritza Marisol Alucho Quinaloa	0202161253; 1751543560	099217133 4; 099140526 5	emuyulema@mailes.ueb.edu.ec; maalucho@mailes.ueb.edu.ec	Guaranda	INV064	Aceite de semillas de marney - Metodo de extraccion Fluidos Supercriticos (SFE) T4	10 ml	Tubo de vidrio	líquido	ESterificación de grasas. Identificación de ácidos grasos por GC/MSD	Tesis	María Fernanda Quinteros	067-2024
65	30.01.2024	Maricela Cherres	1804903134	994436434	mcherres@mailes.uub.edu.ec	Guaranda	INV065	organos de cobayos	1225 g	Tarrinas desechables	Solido	Aislamiento de Salmonella y Yersinia en medios de cultivos selectivos	tesis	Santiago Santos	

Consumo manual de reactivos

Ítem	Reactivo	Código	Número de envases	Cantidad Inicial	Cantidad actual	Unidad	CAS	Fecha de ingreso	Proveedor	Fecha de vencimiento	Cantidad consuimida
8	ABTS	Np-74-01/08	8	15	14,903	g	30931670				0,097
9	Aceite de inmersión	I-01-01	1	473,18	473,18	mL	-				0
10	Acetato amílico	I-02-01/03	3	1500	1500	mL	628637				0
11	Acetato de etilo	I-03-01/15	15	57000	57000	mL	141786				0
12	Acetato de Plomo Trihidratado	T-01-01	1	500	500	g	6080564				0
13	Acetato de potasio	NP-02-01	1	500	500	g	127082				0
14	Acetato de sodio anhidro	T-02-01	1	500	293,286	g	127093				206,714

CONSUMO DE REACTIVOS				
Reactivo	Fecha de consumo	Cantidad consumida	Nombre del experimento	Técnica/o responsable
Hidróxido de Potasio	29/01/2024	1,4	Esterificación de grasas	Ma. Fernanda Quinteros
Metanol	29/01/2024	60	Esterificación de grasas	Ma. Fernanda Quinteros
Ácido clorhídrico al 37%	29/01/2024	5	Esterificación de grasas	Ma. Fernanda Quinteros
Hexano HPLC	9/01/2024	155	Esterificación de grasas	Ma. Fernanda Quinteros
Cloruro de sodio	30/01/2024	0,5	Digestibilidad	Ma. Fernanda Quinteros
Bicarbonato de Sodio	30/01/2024	0,45	Digestibilidad	Ma. Fernanda Quinteros
Fosfato de potasio monobásico	30/01/2024	0,2	Digestibilidad	Ma. Fernanda Quinteros

Cotización manual de servicios

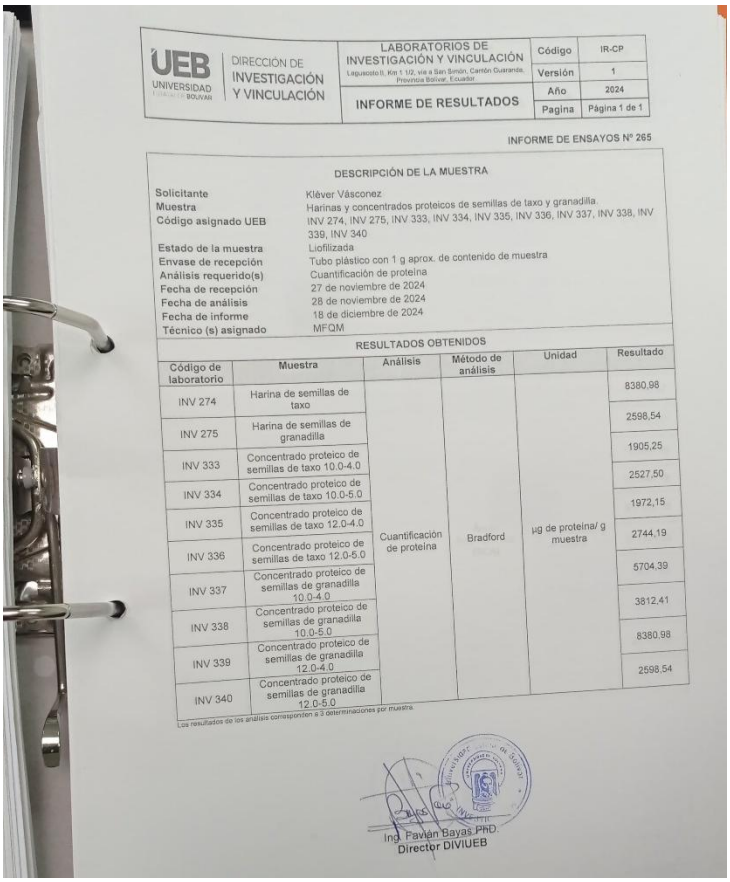
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN

HOJA DE PEDIDO N°030-2024			
DATOS DEL SOLICITANTE			
Nombres – Apellidos:	Mayra Chango	**C.I:**	1850392398
Correo electrónico:	maychango@mailes.ueb.edu.ec	**Teléfono:**	0959996626
Dirección:	Antonio Gaudi y Le Corbusier - Ambato	**Fecha de atención:**	24.09.2024
DATOS DE LA MUESTRA			
Tipo de muestra:	Vegetal	**# Muestras:**	1
Detalle de la muestra:	Aceite de achupalla *(Puya glomerifera)*		

PARÁMETROS				
COSTO DE ANÁLISIS Y PROCESOS DE LOS LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN APROBADO BAJO RESOLUCIÓN RCU-004-2022-063				
	PARAMÉTROS	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO (USD)**	**COSTO TOTAL (USD)**
CROMATOGRAFÍA DE GASES/MASAS (GC-MSD)	Identificación de compuestos volátiles en aceites – SCAN	1	113,60	113,60
SUBTOTAL (USD):				113,60
IVA 15% (USD):				17,04
TOTAL (USD):				130,64
Elaborado por:	Ing. María Fernanda Quinteros			
Autorizado por:	Dr. Carlos Ribadeneira			

Informe manual de resultados



UEB UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR | DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN

LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN
Lapuscotó, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

Código	IR-CP
Versión	1
Año	2024
Pagina	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS Nº 265

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	Kléver Vásconez
Muestra	Harinas y concentrados proteicos de semillas de taxo y granadilla.
Código asignado UEB	INV 274, INV 275, INV 333, INV 334, INV 335, INV 336, INV 337, INV 338, INV 339, INV 340
Estado de la muestra	Liofilizada
Envase de recepción	Tubo plástico con 1 g aprox. de contenido de muestra
Análisis requerido(s)	Cuantificación de proteína
Fecha de recepción	27 de noviembre de 2024
Fecha de análisis	28 de noviembre de 2024
Fecha de informe	18 de diciembre de 2024
Técnico (s) asignado	MFQM

RESULTADOS OBTENIDOS

Código de laboratorio	Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
INV 274	Harina de semillas de taxo	Cuantificación de proteína	Bradford	µg de proteína/ g muestra	8380,98
INV 275	Harina de semillas de granadilla				2598,54
INV 333	Concentrado proteico de semillas de taxo 10.0-4.0				1905,25
INV 334	Concentrado proteico de semillas de taxo 10.0-5.0				2527,50
INV 335	Concentrado proteico de semillas de taxo 12.0-4.0				1972,15
INV 336	Concentrado proteico de semillas de taxo 12.0-5.0				2744,19
INV 337	Concentrado proteico de semillas de granadilla 10.0-4.0				5704,39
INV 338	Concentrado proteico de semillas de granadilla 10.0-5.0				3812,41
INV 339	Concentrado proteico de semillas de granadilla 12.0-4.0				8380,98
INV 340	Concentrado proteico de semillas de granadilla 12.0-5.0				2598,54

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra

Ing. Favian Bayas PhD.
Director DIVIUEB

Reunión presentación del sistema



Anexo 5

Manual de usuario

SYSLAB-UEB

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR (SYSLAB-UEB)

Código del Documento

Código: MU-SYSLAB-UEB-001

Versión

Versión: 1.0

Fecha

Fecha de Emisión: 10 de marzo de 2025

Nivel de Confidencialidad

Nivel: Confidencial - Uso Interno

Este documento está destinado exclusivamente al personal autorizado de los Laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar. Su distribución o reproducción sin autorización está prohibida.

INDICE

1. **Introducción.....2**
2. **Inicio de Sesión en el Sistema.....2**
3. **Interfaz de Usuario Rol Administrador.....5**
4. **Interfaz de Usuario Rol Director.....11**
5. **Interfaz de Usuario Rol Accesos.....15**
6. **Interfaz de Usuario Rol Supervisor de Laboratorios.....22**
7. **Interfaz de Usuario Rol Analista/Técnico.....29**

1. Introducción

Descripción general del sistema

SYSLAB-UEB es una herramienta tecnológica para gestionar inventarios, muestras, accesos e informes en los laboratorios del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar. Este manual guía a los usuarios en su uso efectivo.

Objetivo

Proporcionar instrucciones claras para operar SYSLAB-UEB y realizar tareas como gestión de inventarios, registro de consumos, aprobación de solicitudes y generación de informes.

Alcance

Este manual abarca el uso del sistema SYSLAB-UEB (versión 1.0, marzo de 2025) para usuarios con roles de administrador, director, accesos, supervisor y analista/técnico.

Restricciones

- Requiere credenciales válidas (correo institucional y contraseña).
- Compatible con navegadores modernos y conexión a internet estable.
- Recomendada capacitación inicial de 2 horas para nuevos usuarios.

Roles y Funciones con Nivel de Acceso

ROL	OBJETIVO PRINCIPAL	FUNCIONES CLAVE
ADMINISTRADOR	Configuración y gestión global	Gestionar usuarios, configurar parámetros, supervisar sistema
DIRECTOR	Aprobación y supervisión	Aprobar solicitudes, autorizar accesos, firmar informes
SUPERVISOR	Coordinación y monitoreo operativo	Supervisar consumos, coordinar muestras, monitorear seguridad
ANALISTA/TÉCNICO	Ejecución de análisis e informes	Registrar consumos, realizar análisis, generar informes
ACCESOS	Gestión de acceso a laboratorios	Crear solicitudes, asignar horarios, monitorear reglas

2. Inicio de Sesión en el Sistema

El inicio de sesión autentica a los usuarios y otorga acceso según su rol.

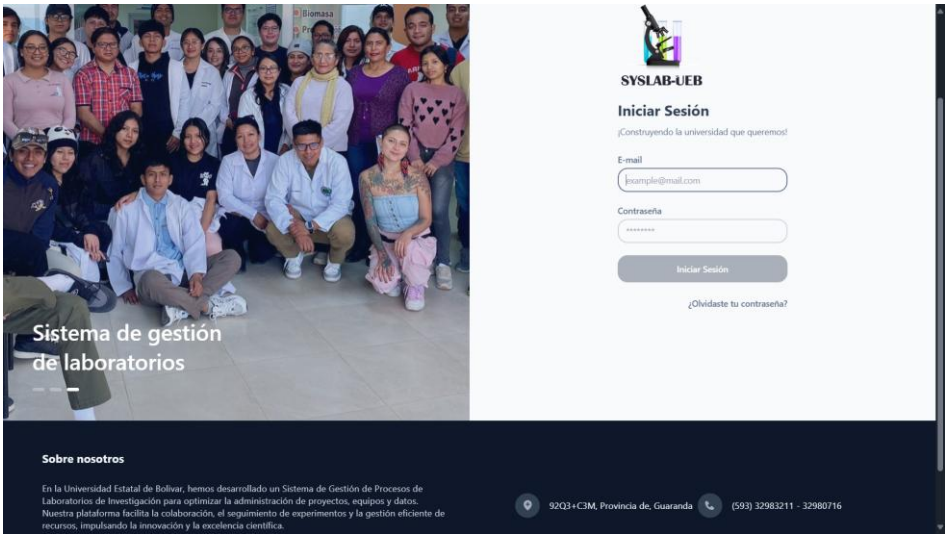
Requisitos Previos

Correo institucional válido (ej. usuario@ueb.edu.ec) y contraseña asignada.

Pasos para Iniciar Sesión

- Abra un navegador y vaya a https://syslab.ueb.edu.ec.
- Ingrese su correo institucional (ej. csoto@mailes.ueb.edu.ec) y contraseña.
- Haga clic en "Iniciar Sesión".
- Si es correcto, accederá al Dashboard según su rol.
- Si falla, aparecerá "Credenciales inválidas".

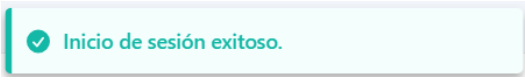
Ilustración 1: *Pantalla de Inicio de Sesión.*



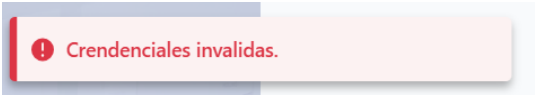
Descripción: Se muestra el logo de SYSLAB-UEB en la esquina superior izquierda, seguido del título "Iniciar Sesión" y el eslogan "¡Construyendo la universidad que queremos!". Incluye dos campos de entrada: "E-mail" (con un ejemplo de example@mail.com) y "Contraseña" (con caracteres ocultos), un botón gris "Iniciar Sesión" y un enlace "¿Olvidaste tu contraseña?" en la parte inferior. A la izquierda, se observa una imagen de grupo del personal de los laboratorios y un texto introductorio sobre el sistema. El diseño utiliza un fondo claro y una barra inferior oscura con información de contacto y derechos reservados.

Hacer Clic en "Iniciar Sesión": Presione el botón Iniciar Sesión para autenticarse.

Resultado Esperado: Si las credenciales son correctas, el sistema lo redirigirá al Dashboard Principal según su rol.



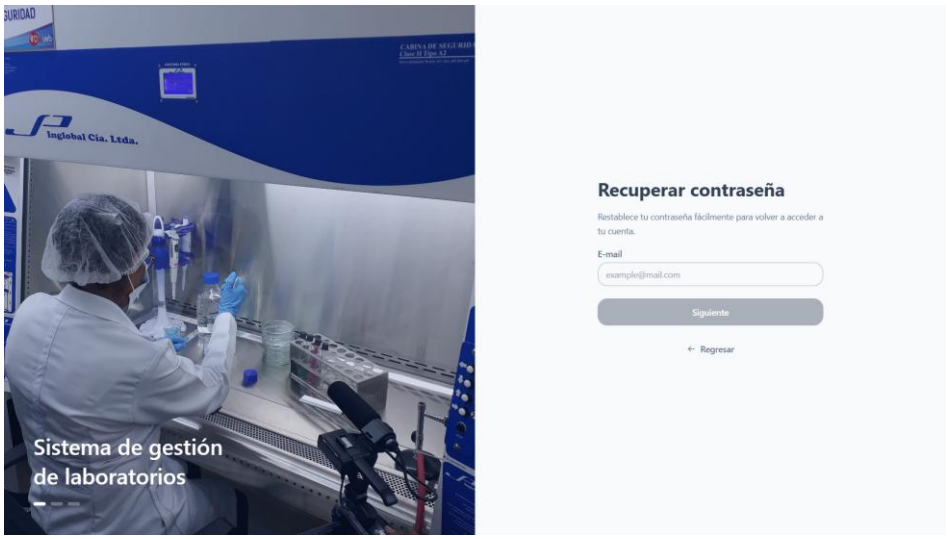
En caso contrario, aparecerá un mensaje de error: "Credenciales inválidas ".



Recuperar Contraseña (Opcional)

- Haga clic en "¿Olvidaste tu contraseña?" en la pantalla de inicio.
- Ingrese su correo institucional y envíe el formulario.
- Revise su correo para seguir las instrucciones y crear una nueva contraseña.

Ilustración 2: *Pantalla de Recuperar Contraseña*



Descripción: La pantalla muestra el título "Recuperar contraseña" y un subtítulo que indica "Restaura tu contraseña fácilmente para volver a acceder a tu cuenta". Incluye un campo de entrada para "E-mail" (con un ejemplo de axample@mail.com)

Ingrese su correo institucional en el formulario que aparece.



Revise su bandeja de entrada para recibir un enlace de restablecimiento.

Ilustración 3: *Correo con Enlace de Recuperación*

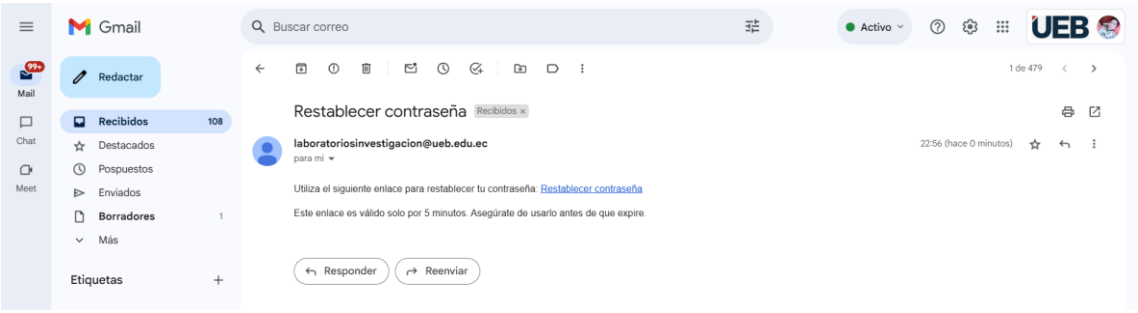
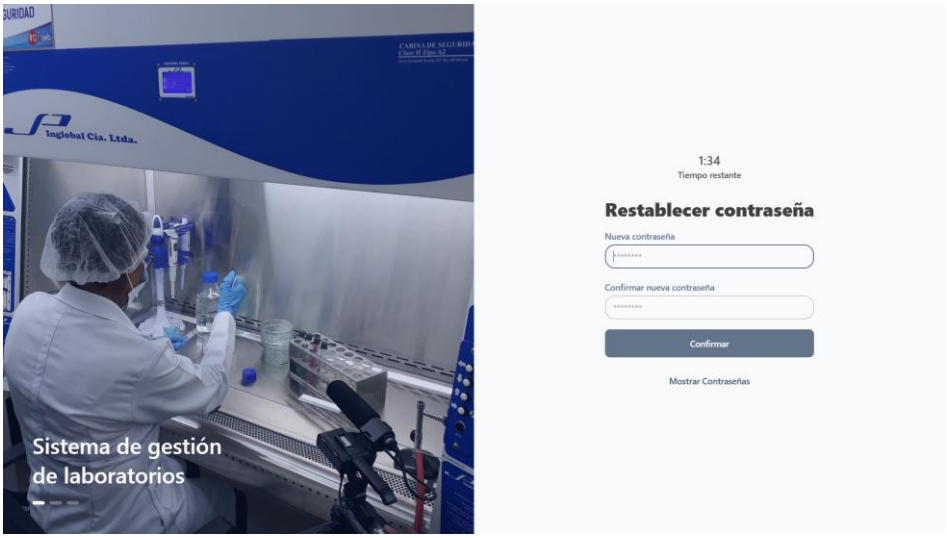


Ilustración 4: *Formulario de Nueva Contraseña*



Contador de tiempo para restablecer su contraseña si en el caso de no haber ingresado en el tiempo establecido tendrá que solicitar un nuevo enlace para restablecer.

Ilustración 5: *Mensaje de Tiempo Agotado*

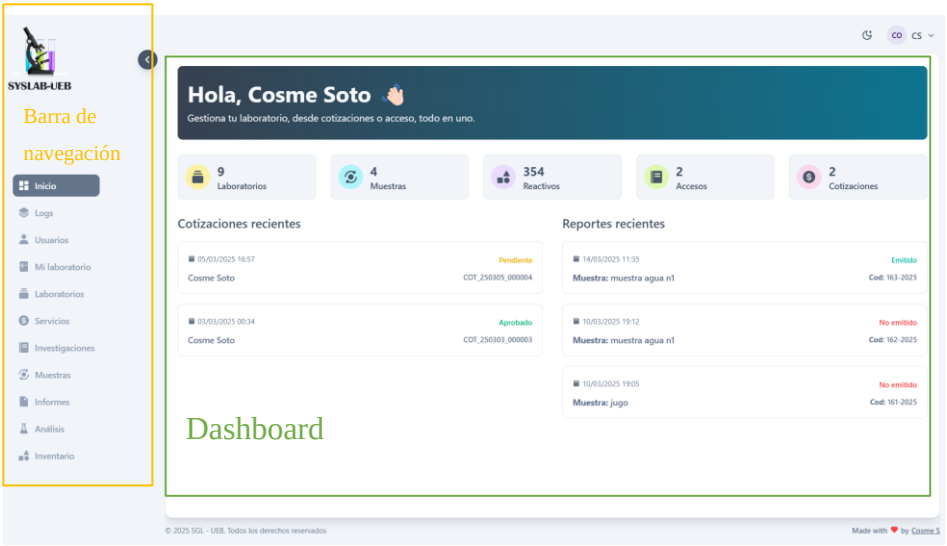


3. Interfaz de Usuario Rol Administrador

El Dashboard Principal muestra un resumen del estado del laboratorio tras iniciar sesión, con estadísticas clave y accesos rápidos.

- Revisar estadísticas en las tarjetas superiores (ej. reactivos disponibles).
- Consultar "Cotizaciones recientes" o "Reportes recientes" para detalles.
- Ver notificaciones (ej. "Inicio de sesión exitoso") en alertas superiores.

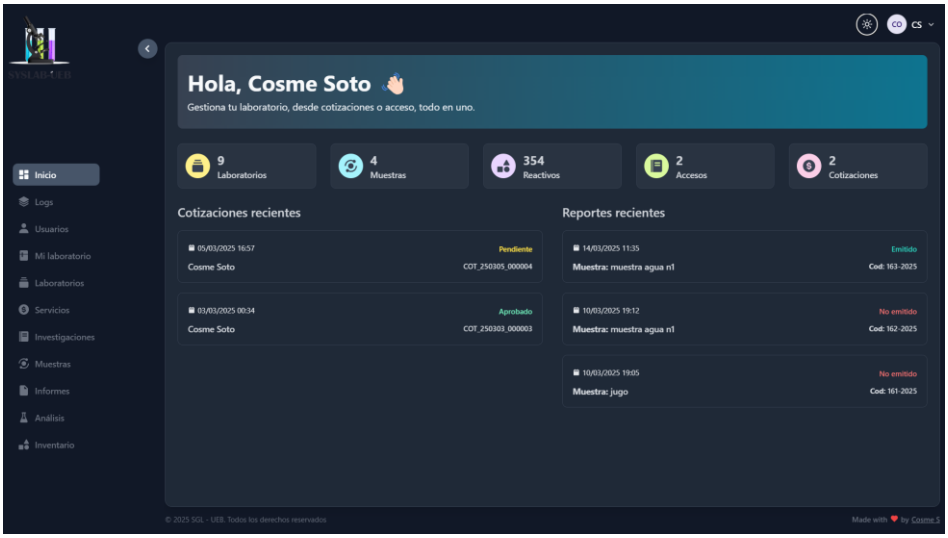
Ilustración 6: *Dashboard Principal Tema Claro*



Descripción: El diseño utiliza colores de Tailwind CSS, como un fondo claro, el tema puede cambiarse por oscuro cuando lo desee.



Ilustración 7: *Dashboard Principal Tema Oscuro*



Barra de Navegación

La Barra de Navegación, en el lado izquierdo, ofrece acceso a:

- **Inicio:** Dashboard Principal.
- **Logs:** Registro de actividades (solo administradores).
- **Usuarios:** Gestión de usuarios (solo administradores).
- **Laboratorios:** Estado y ubicación de laboratorios.
- **Servicios:** Gestión de servicios.
- **Investigaciones:** Proyectos en curso.
- **Muestras:** Gestión de muestras.
- **Informes:** Consulta de informes.
- **Análisis:** Registro de análisis.
- **Inventario:** Gestión de reactivos.
- Seleccione una opción para navegar. Use el ícono de usuario (arriba derecha) para "Cerrar Sesión".

Uso de la Barra de Navegación

Seleccionar una Opción: Haga clic en cualquier opción del menú para acceder a esa sección (ej. haga clic en "Inventario" para gestionar reactivos).

Visualizar Subsecciones: Algunas opciones, como "Mi Laboratorio", pueden desplegar submenús con funcionalidades específicas (ej. investigaciones, servicios, consumo).

Cerrar Sesión: En la parte superior derecha del dashboard, haga clic en el icono de usuario (junto a "CO" y "CS") para desplegar un menú con la opción "Cerrar Sesión".

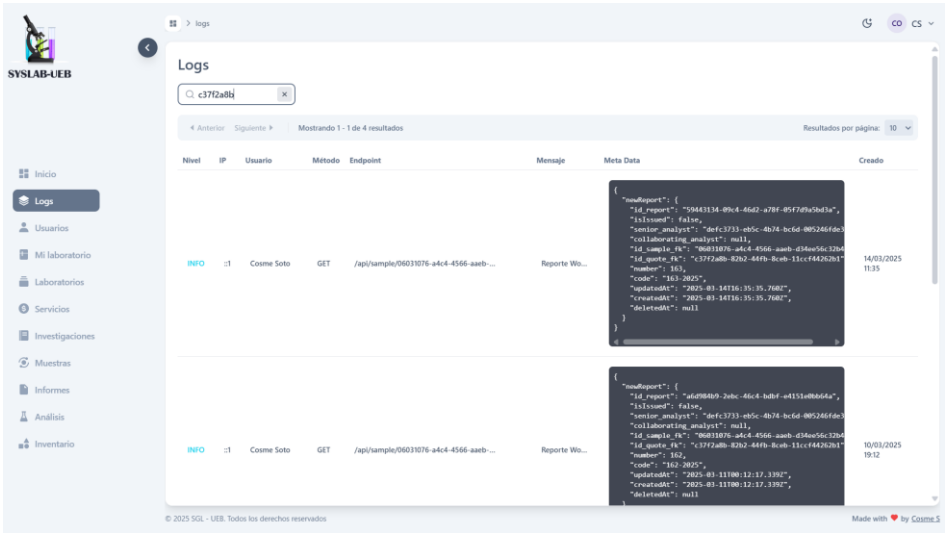


Logs

Haga clic en "Logs" para ver registros de actividades (inicios de sesión, errores). Use el campo "Buscar..." para filtrar eventos.

- **Filtrar:** Ingrese un texto (ej. "06031076") y presione Enter.
- **Analizar:** Revise "Meta Data" para detalles técnicos de errores.
- **Copiar:** Seleccione un evento para exportar como JSON.

Ilustración 8: *Pantalla de Logs*



En el campo "Buscar...", ingrese un texto relevante (ej. fragmento del endpoint como "06031076").

Usuarios

Haga clic en "Usuarios" para gestionar cuentas.

- **Buscar:** Use el campo "Buscar..." con un correo.
- **Crear:** Haga clic en "Nuevo usuario", complete el formulario y guarde.

Ilustración 9: *Lista de Usuarios*

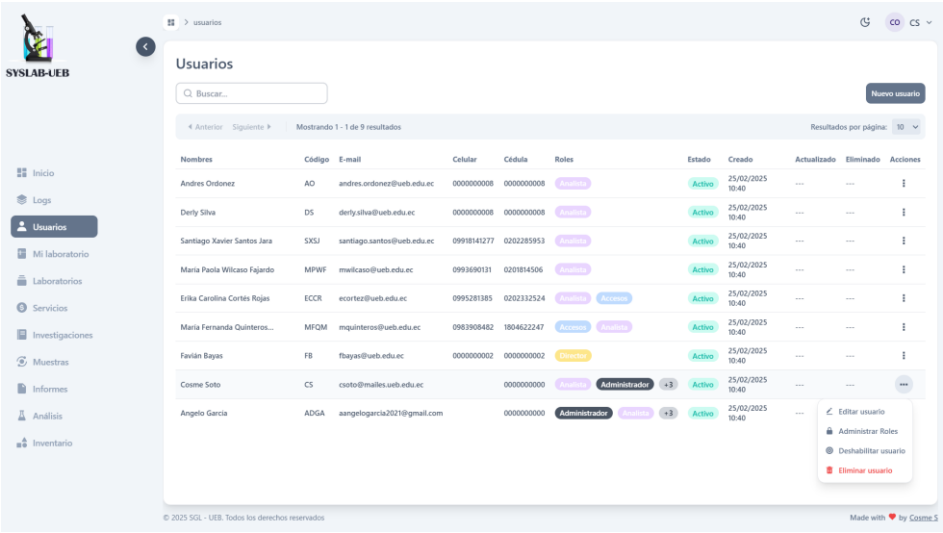
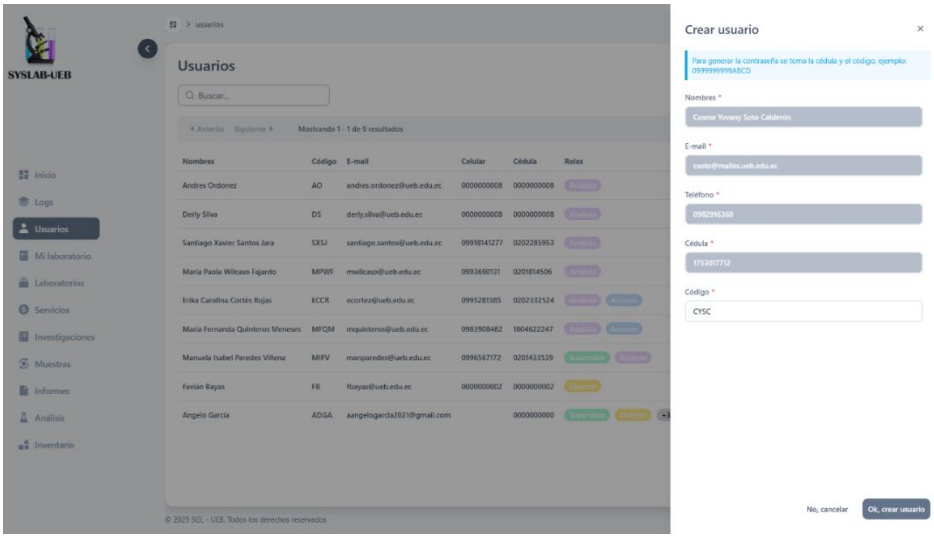


Ilustración 10: *Formulario de Nuevo Usuario*



- **Editar:** Seleccione el ícono de lápiz en "Acciones" y modifique datos.

Ilustración 11: *Opciones de Acciones*

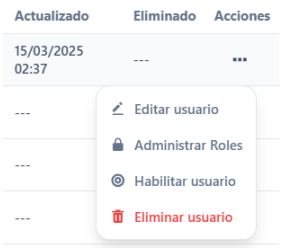
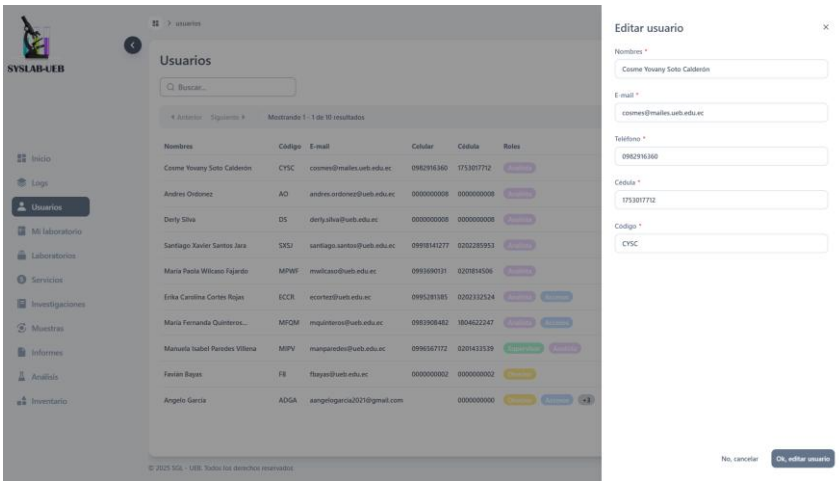
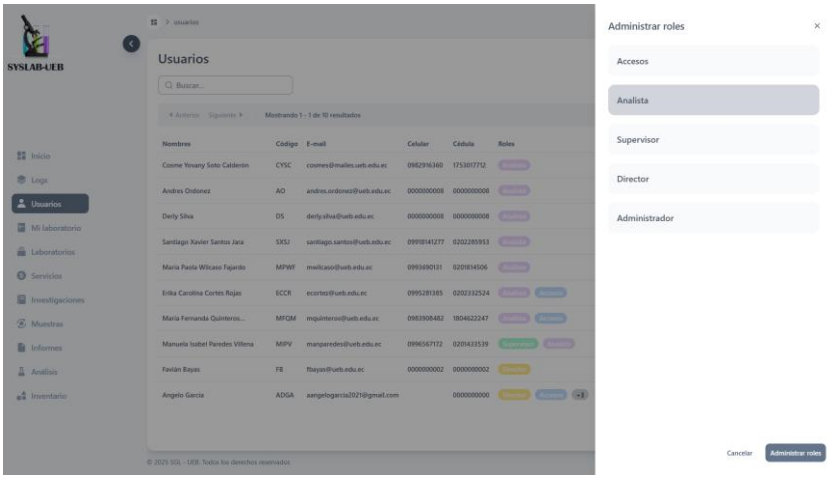


Ilustración 12: *Formulario de Editar Usuario*

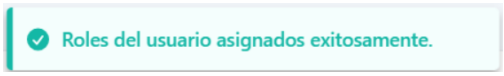


- **Administrar Roles:** Use "Administrar Roles" para asignar/quitar roles.

Ilustración 13: *Pantalla de Asignar Roles*



Al asignar el rol, mostrara la confirmación.



- **Deshabilitar:** Use el ícono de círculo para desactivar cuentas.

Ilustración 14: *Cambio de Estado*

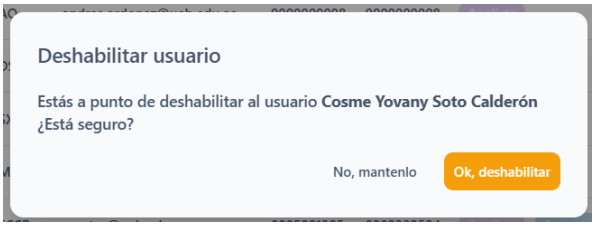
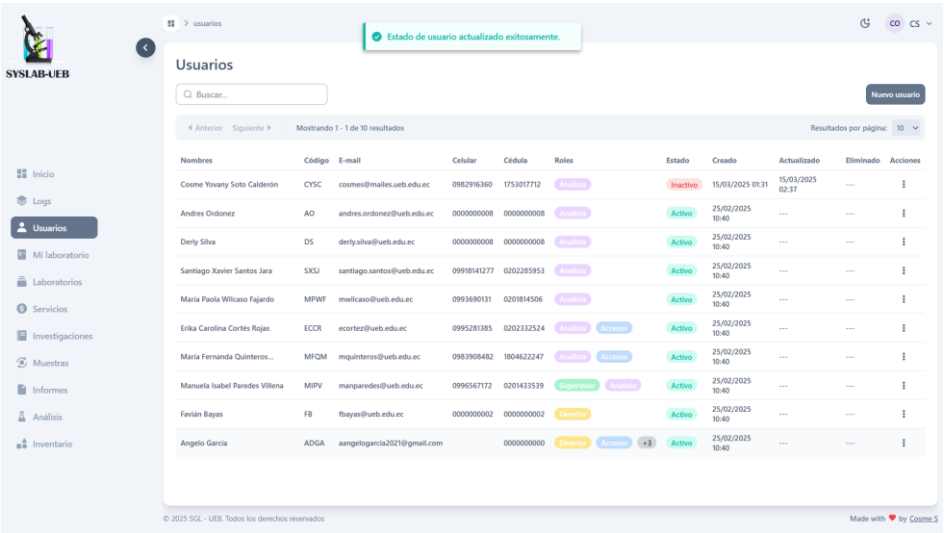


Ilustración 15: *Usuario Inactivo*



- **Eliminar:** Use el ícono de basura; restaurar o eliminar permanentemente si es necesario.

Ilustración 16: *Eliminar Usuario*

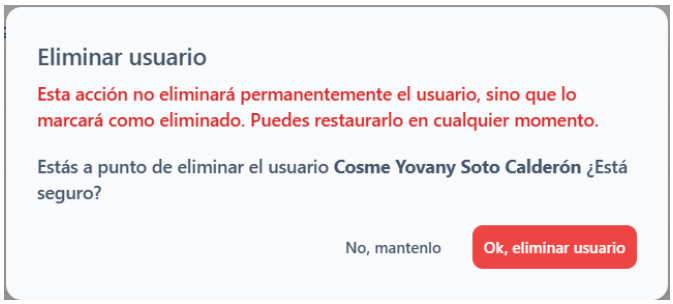
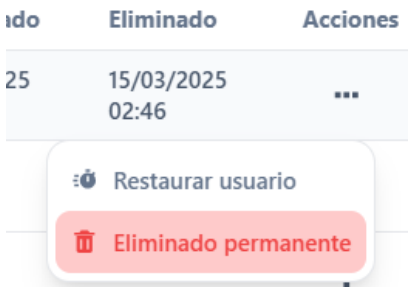


Ilustración 17: *Acciones Post-Eliminación*



Notas Importantes

- Solo los usuarios con rol de administrador pueden acceder a esta sección (Tabla de Roles).
- La creación y eliminación de usuarios genera registros en la sección de Logs para auditoría.
- El tiempo promedio para realizar acciones como crear o editar un usuario es inferior a 30 segundos.
- La contraseña inicial se genera automáticamente usando la cédula y el código (ej. 175301712CYSC), y el usuario debe cambiarla al primer inicio de sesión.
- Los usuarios eliminados se marcan con una fecha de eliminación, pero pueden ser restaurados si es necesario, evita eliminar usuarios que hayan tenido eventos dentro del sistema.

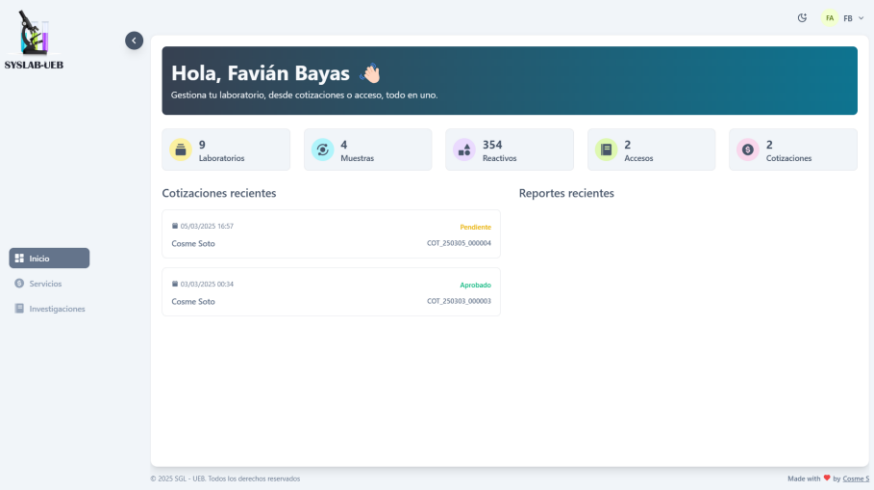
4. Interfaz de Usuario Rol Director

Dashboard (Rol Director)

El Dashboard muestra estadísticas generales y permite acceder a "Servicios" e "Investigaciones" para aprobaciones.

- Revisar estadísticas en tarjetas superiores.
- Consultar "Cotizaciones recientes" para acciones pendientes.

Ilustración 18: *Dashboard del Director.*



Acceso a la Sección de Servicios

Haga clic en "Servicios" para aprobar cotizaciones.

- **Buscar:** Use el campo "Buscar..." con un código o nombre.
- **Aprobar:** En "Acciones", seleccione "Aprobar cotización" y confirme.
- Poner en Pendiente: Seleccione "Pendiente cotización" y confirme.
- **Rechazar:** Seleccione "Rechazar cotización" y confirme.

Ilustración 19: *Lista de Servicios*

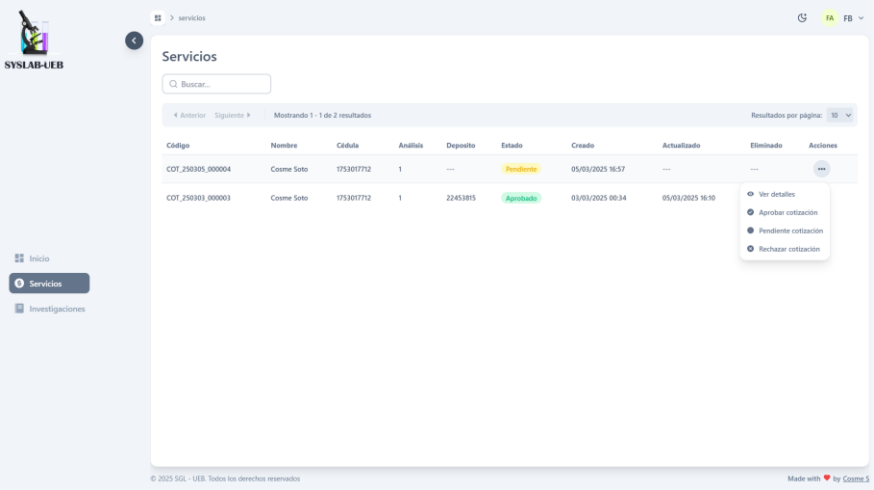


Ilustración 20: *Opciones de Acciones en Servicios*

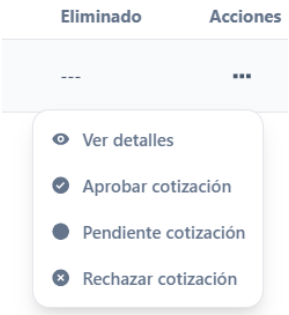
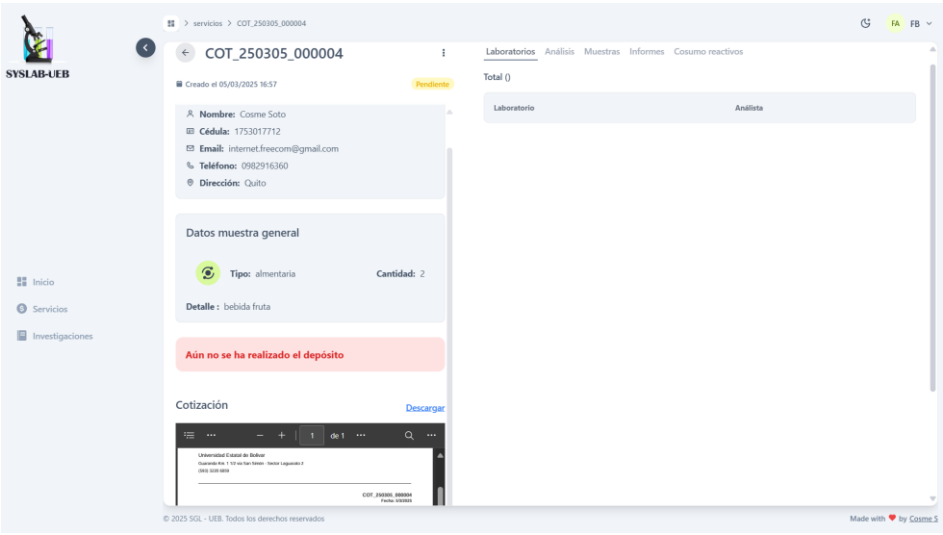


Ilustración 21: *Detalles de un Servicio*



Notas Importantes

- Esta sección está disponible para los roles de Director y Administrador (Tabla de Roles).
- Las acciones de aprobación, pendiente y rechazo generan registros en la sección de Logs para auditoría (solo visibles para administradores).
- El tiempo promedio para aprobar un servicio es inferior a 30 segundos.
- El depósito debe estar confirmado (en verde) antes de aprobar un servicio.

Acceso a la Sección de Investigaciones

- Haga clic en "Investigaciones" para aprobar proyectos.
- **Buscar:** Use el campo "Buscar..." con un código o tema.
- **Ver Detalles:** Seleccione "Ver detalles" en "Acciones".

Ilustración 22: *Lista de Investigaciones*

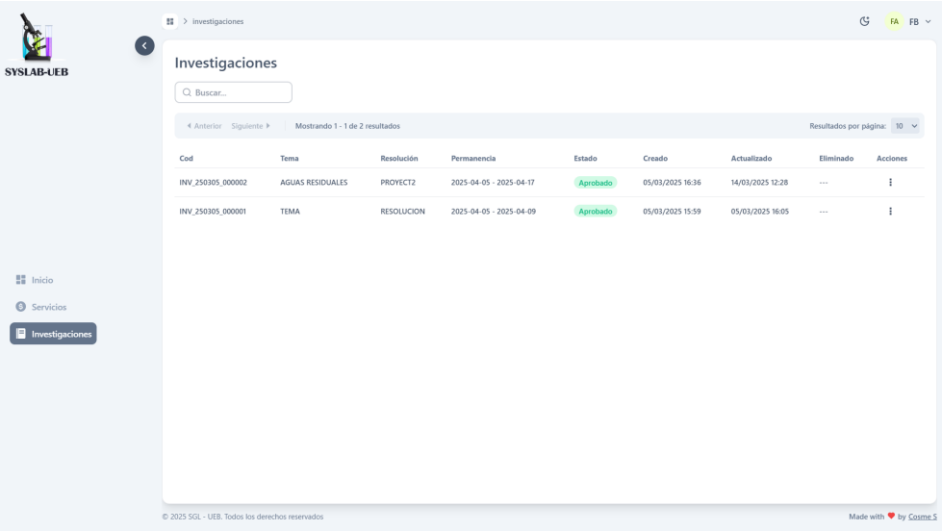
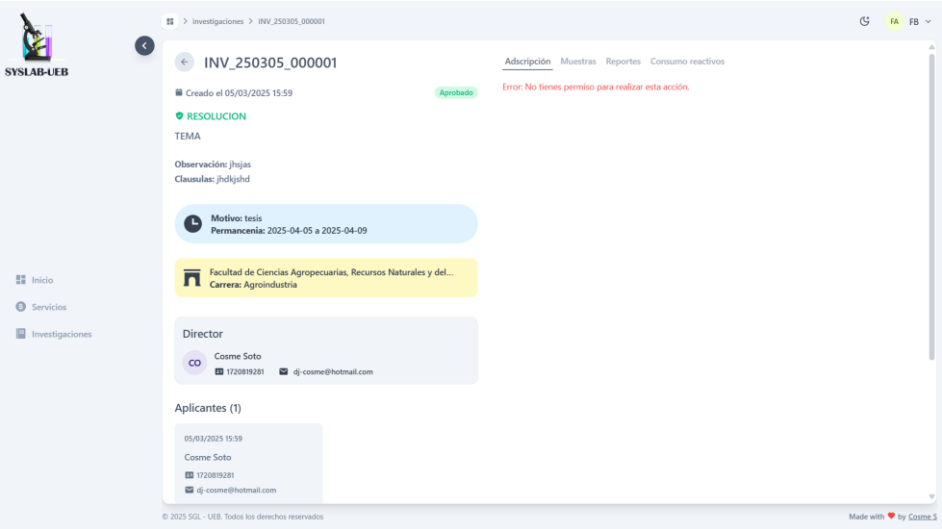
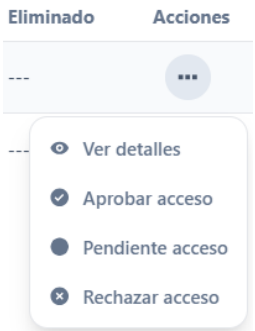


Ilustración 23: *Detalles de una Investigación*



- **Aprobar:** Seleccione "Aprobar acceso" y confirme.
- Poner en Pendiente: Seleccione "Pendiente acceso" y confirme.
- **Rechazar:** Seleccione "Rechazar acceso" y confirme.

Ilustración 24: *Opciones de Acciones en Investigaciones*



Notas Importantes

- Esta sección está disponible para los roles de Director y Administrador (Tabla de Roles).
- Las acciones de aprobación, pendiente y rechazo generan registros en la sección de Logs para auditoría (solo visibles para administradores).
- El tiempo promedio para aprobar una investigación es inferior a 30 segundos.
- Asegúrese de revisar los detalles del proyecto antes de aprobar, ya que las investigaciones aprobadas permiten el acceso a recursos del laboratorio.

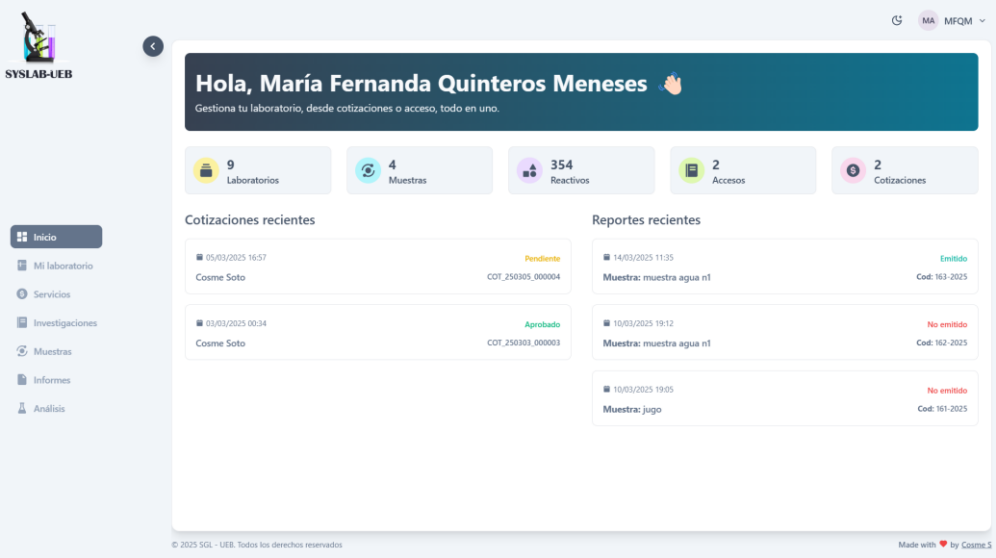
5. Interfaz de Usuario Rol Accesos

Dashboard (Rol Accesos)

El Dashboard muestra un resumen adaptado al subrol (Gestor de Servicios o Investigaciones).

- Revisar estadísticas y cotizaciones/reportes recientes.

Ilustración 25: Dashboard de Accesos



Gestor de Servicios

Haga clic en "Servicios" para gestionar cotizaciones.

- Crear: Haga clic en "Nueva cotización", complete el formulario y guarde.

Ilustración 26: *Lista de Servicios*

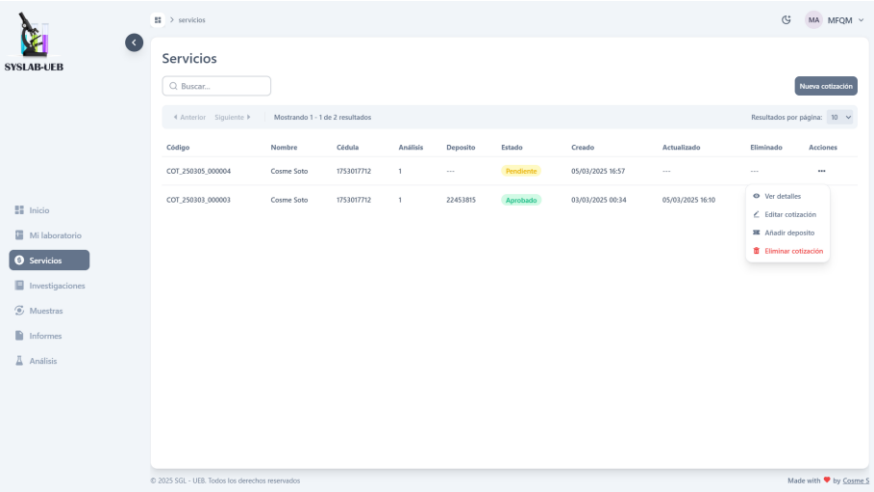
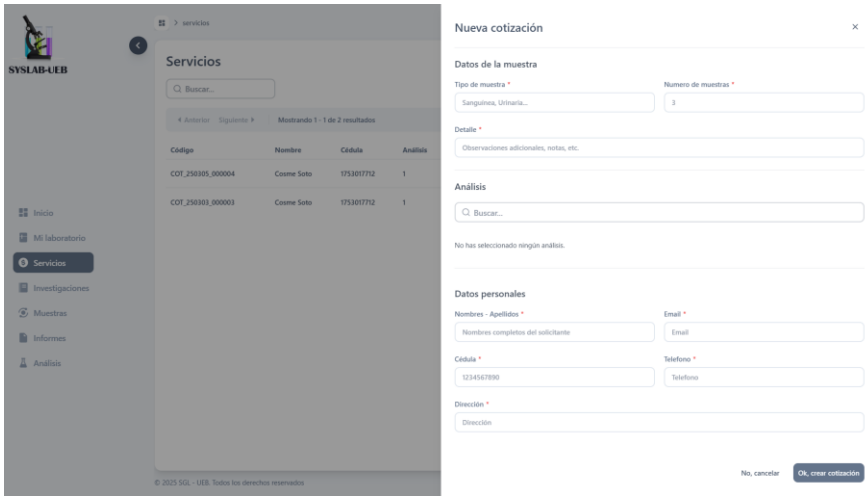
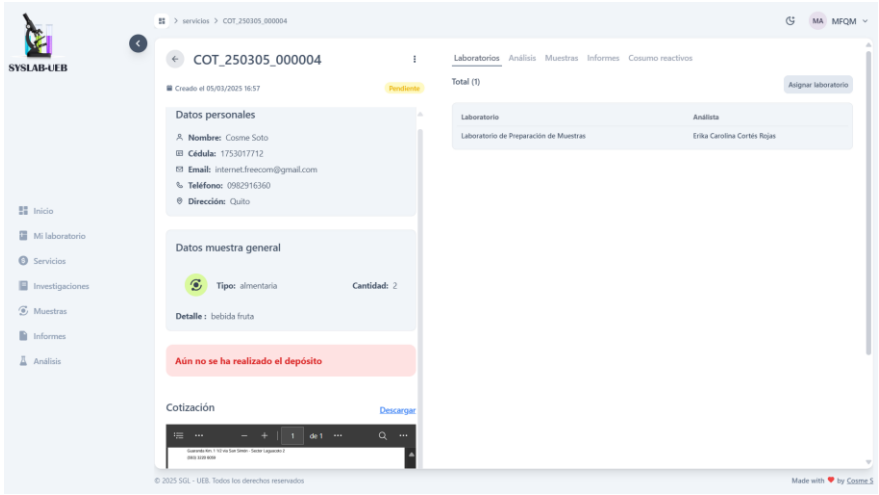


Ilustración 27: *Formulario de Nueva Cotización*



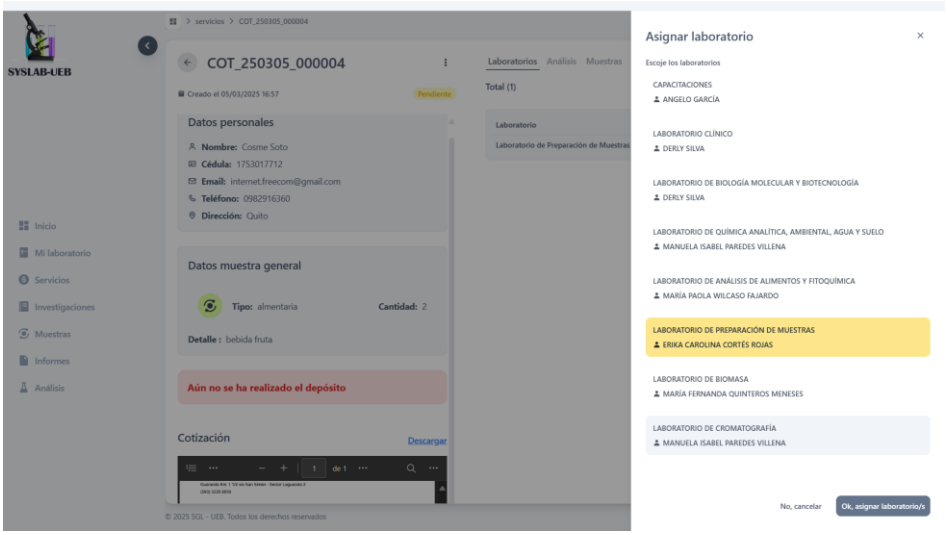
- **Ver Detalles:** Seleccione "Ver detalles" en "Acciones".

Ilustración 28: *Detalles de una Cotización*



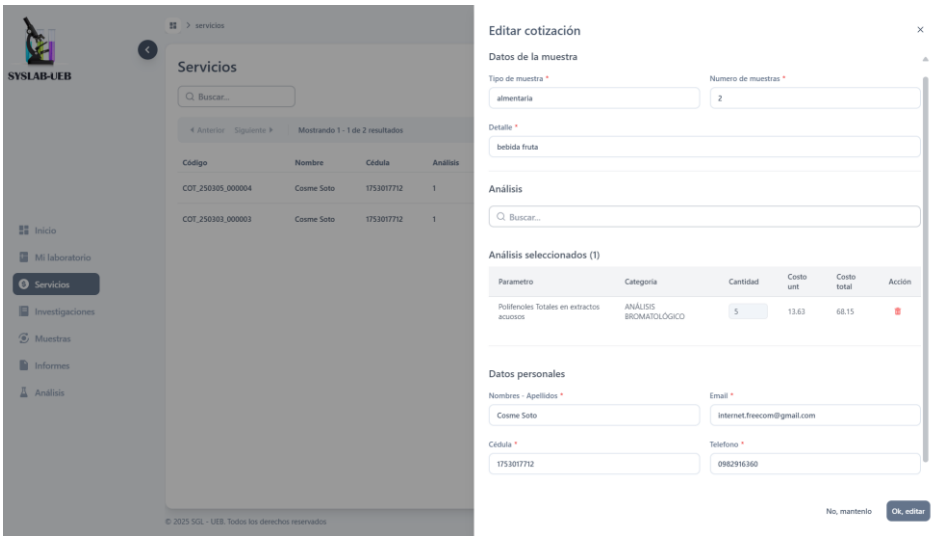
- **Asignar Laboratorio:** Use "Asignar laboratorio", seleccione uno y confirme.

Ilustración 29: *Formulario de Asignar Laboratorio*



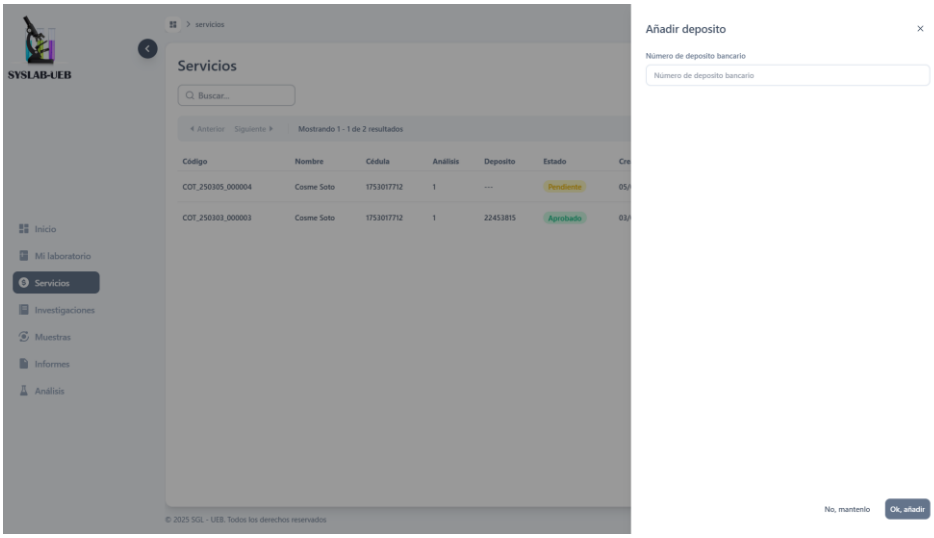
- **Editar:** Seleccione "Editar cotización", modifique y guarde.

Ilustración 30: *Formulario de Editar Cotización*



- **Añadir Depósito:** Seleccione "Añadir depósito", ingrese el número y confirme.

Ilustración 31: *Formulario de Añadir Depósito*



- **Eliminar:** Seleccione "Eliminar cotización" y confirme.

Flujo de Trabajo

- **Asignación a Analistas:** Tras asignar un laboratorio, los analistas receptan las muestras en Mi Laboratorio y realizan los análisis en la sección Análisis.
- **Generación de Informes:** Una vez completados los análisis, los analistas generan informes en la sección Informes, que se vinculan a la cotización original.
- **Aprobación:** El Director o Administrador revisa y aprueba la cotización una vez que el depósito está confirmado y los informes están listos.

Notas Importantes

- Esta sección está disponible para el rol Accesos (Gestor de Servicios), Administrador y Director (Tabla Roles).
- Las acciones de creación, edición, asignación de laboratorio y eliminación generan registros en la sección de Logs (solo visibles para administradores).
- El tiempo promedio para crear, editar o asignar un laboratorio es inferior a 30 segundos.
- El depósito debe ser añadido y confirmado antes de que la cotización pueda ser aprobada por un Director o Administrador.
- La asignación de laboratorio es un paso crítico para que los analistas procesen las muestras y generen informes.

Gestor de Investigaciones

Haga clic en "Investigaciones" para gestionar proyectos.

- **Crear:** Haga clic en "Nueva investigación", complete el formulario y guarde.

Ilustración 32: *Lista de Investigaciones*

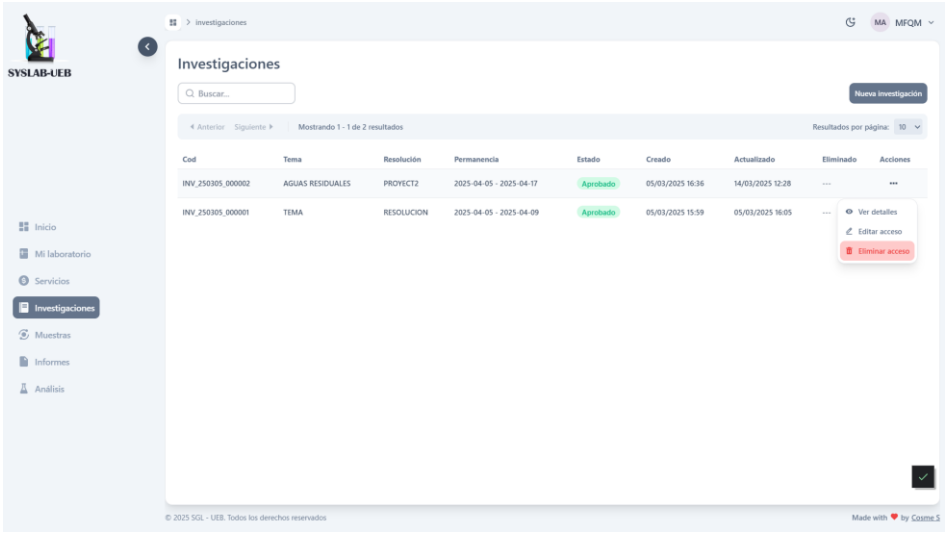
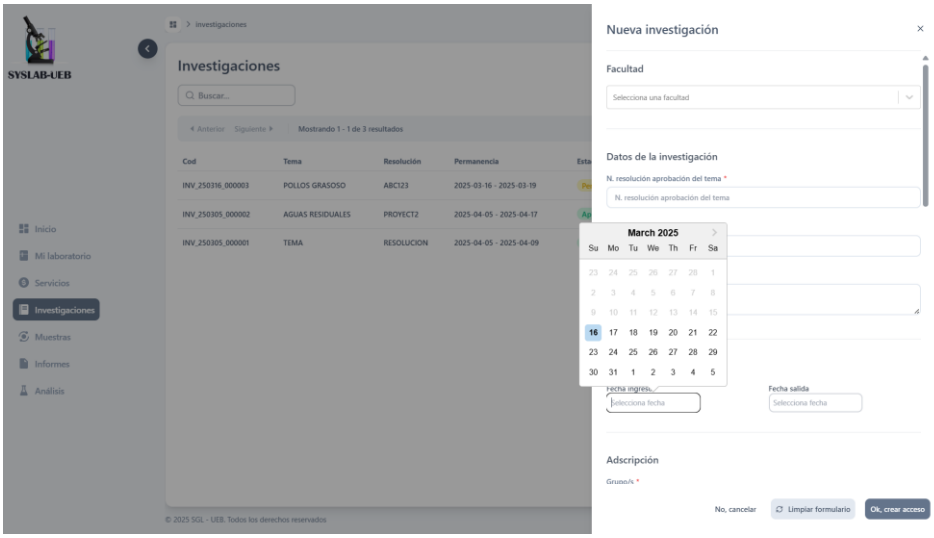
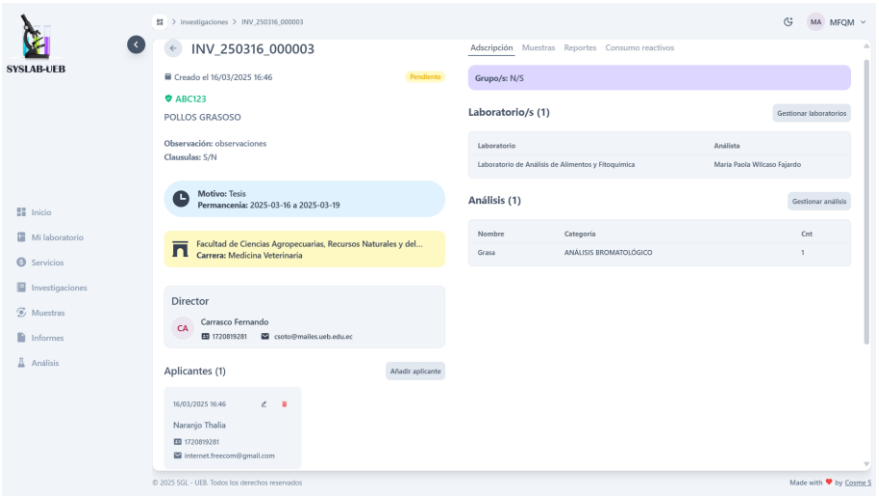


Ilustración 33: *Formulario de Nueva Investigación*



- **Ver Detalles:** Seleccione "Ver detalles" en "Acciones".

Ilustración 34: *Detalles de una Investigación*



- **Editar:** Seleccione "Editar", modifique y guarde.

Ilustración 35: *Reasignar Laboratorios*

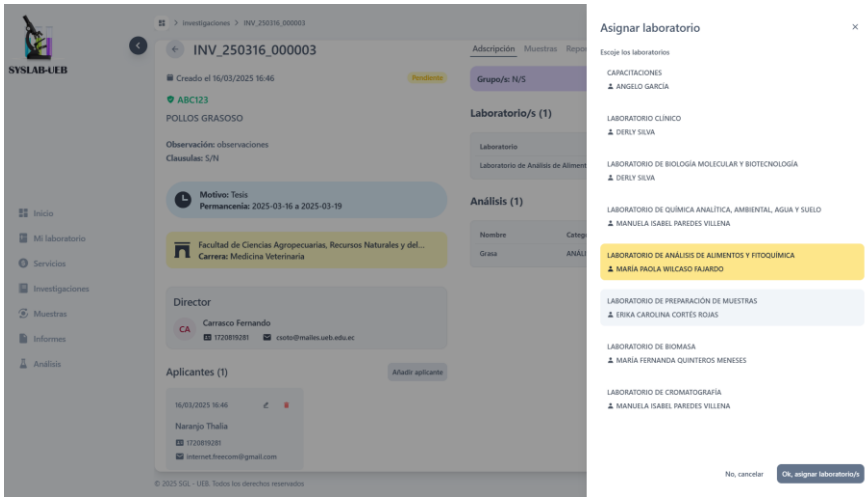


Ilustración 36: *Aumentar Análisis*

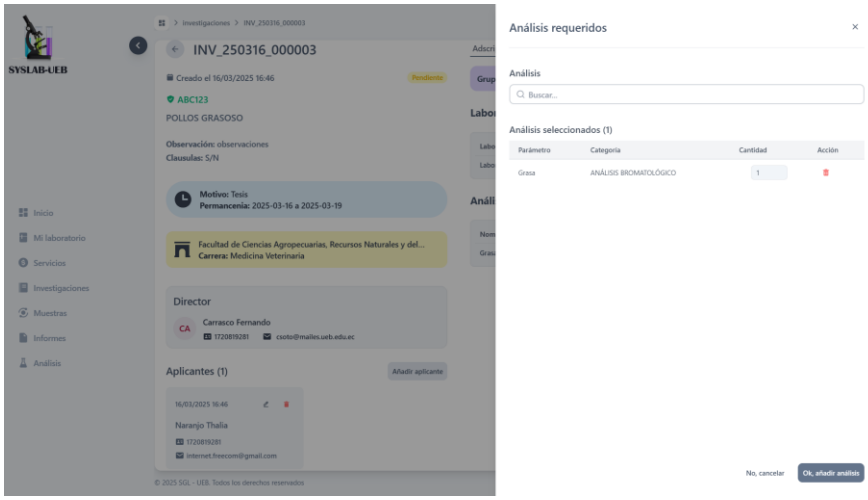
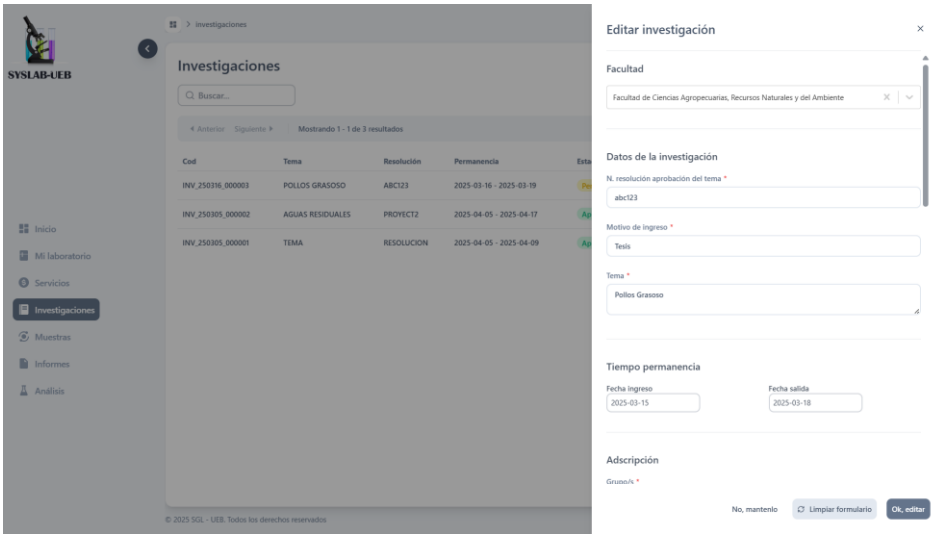


Ilustración 37: *Formulario de Editar Investigación*



- Eliminar: Seleccione "Eliminar" y confirme.

Flujo de Trabajo

- **Asignación a Analistas:** Tras crear o editar una investigación, los laboratorios asignados (ej. Laboratorio de Análisis de Alimentos y Fitoquímica) permiten a los analistas receptar muestras y realizar análisis en Mi Laboratorio.
- **Generación de Informes:** Los analistas generan informes en la sección Informes basados en los análisis, vinculándolos a la investigación.
- **Aprobación Final:** El Director o Administrador revisa y aprueba la investigación una vez completados los análisis e informes.

Notas Importantes

- Esta sección está disponible para el rol Accesos (Gestor de Investigaciones), Administrador y Director.
- Las acciones de creación, edición y eliminación generan registros en la sección de Logs (solo visibles para administradores).
- El tiempo promedio para crear o editar una investigación es inferior a 30 segundos.
- La asignación de laboratorios y aplicantes es esencial para que los analistas procesen las investigaciones y generen resultados.

6. Interfaz de Usuario Rol Supervisor de Laboratorios

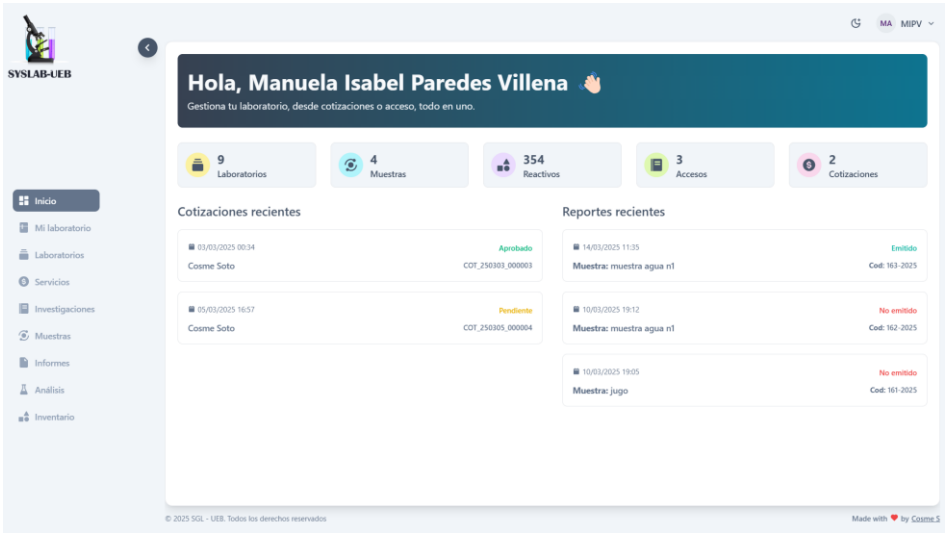
El rol Supervisor de Laboratorios en SYSLAB-UEB tiene responsabilidades de supervisión y gestión operativa, incluyendo la revisión de investigaciones y servicios, registro y eliminación de consumos, gestión de laboratorios (crear, editar, eliminar, habilitar, ver detalles, asignar/remover analistas), revisión de servicios e investigaciones, gestión de muestras e informes (si su laboratorio está seleccionado), gestión de parámetros y categorías de análisis, y administración de inventarios (reactivos y kardex).

Dashboard (Rol Supervisor)

El Dashboard muestra un resumen del laboratorio asignado.

- Revisar estadísticas y cotizaciones/reportes recientes.

Ilustración 38: *Dashboard del Supervisor*



Mi Laboratorio

Haga clic en "Mi Laboratorio" para gestionar actividades.

- **Revisar:** Use pestañas "Investigaciones", "Servicios" o "Consumos".
- **Registrar Consumo:** Haga clic en "Registrar consumo", ingrese detalles y guarde.

Ilustración 39: *Pantalla de Mi Laboratorio*

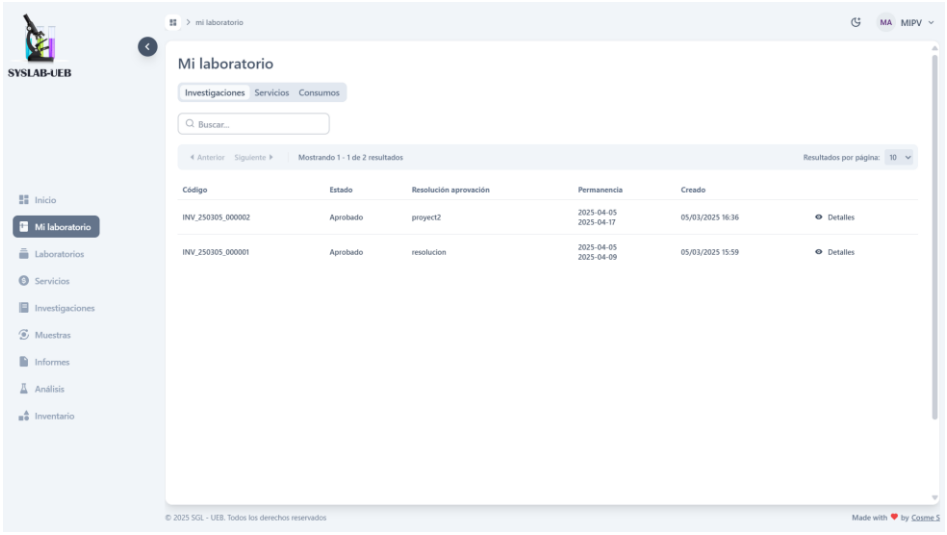
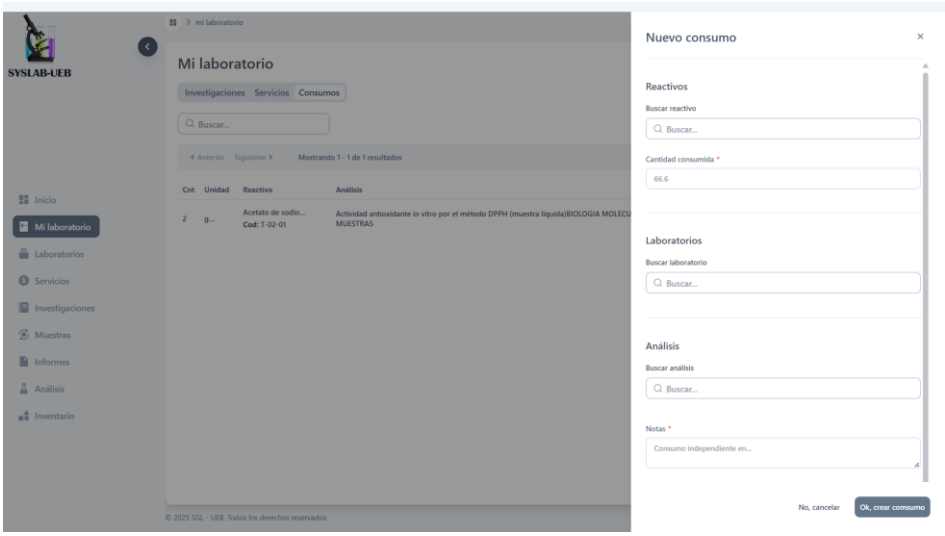


Ilustración 40: *Formulario de Registrar Consumo*



- **Eliminar Consumo:** Use el ícono de basura en "Acciones" y confirme.

Laboratorios

Haga clic en "Laboratorios" para gestionar laboratorios.

- **Crear:** Haga clic en "Nuevo laboratorio", complete datos y guarde.

Ilustración 41: *Lista de Laboratorios*

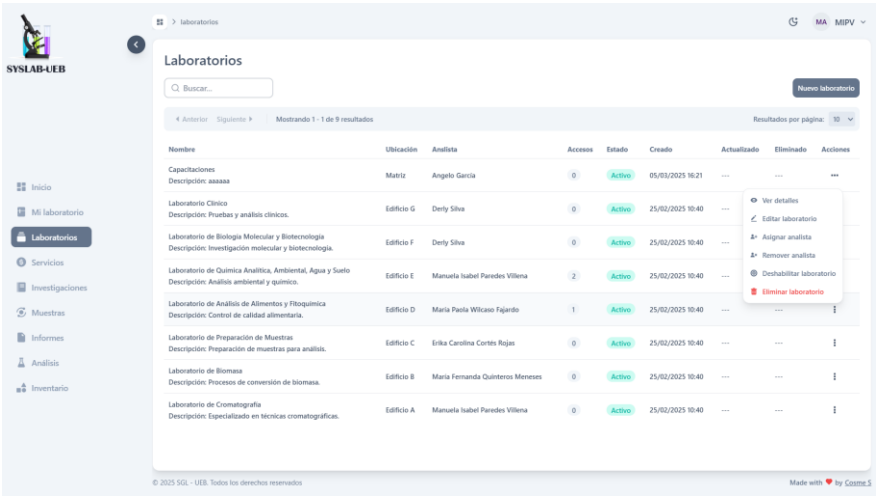
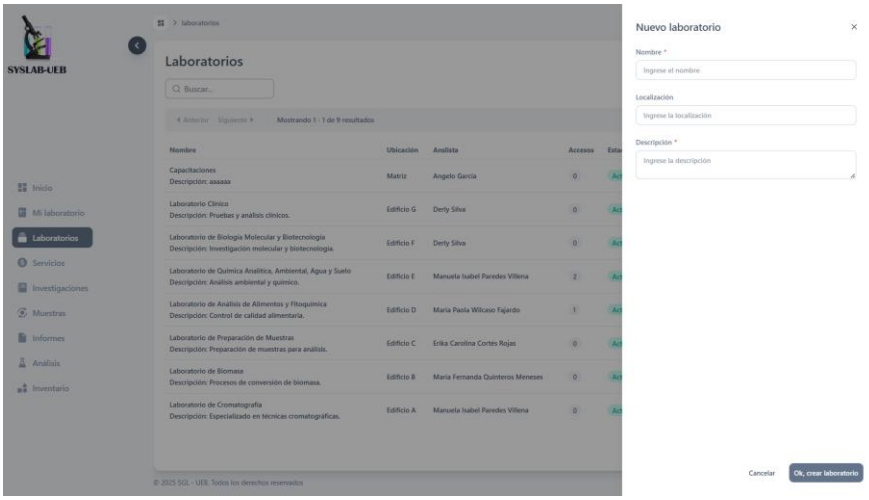
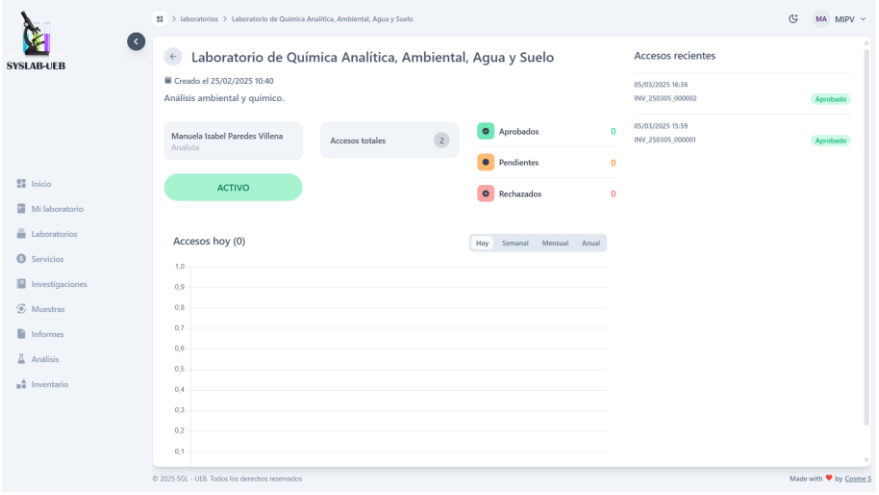


Ilustración 42: *Formulario de Nuevo Laboratorio*



- **Ver Detalles:** Seleccione "Ver detalles" en "Acciones".

Ilustración 43: *Detalles de un Laboratorio*



- **Editar/Asignar/Remover/Deshabilitar/Eliminar:** Use las opciones en "Acciones".

Servicios

Haga clic en "Servicios" para revisar cotizaciones asignadas (sin aprobar).

Investigaciones

Haga clic en "Investigaciones" para revisar proyectos asignados (sin aprobar).

Muestras

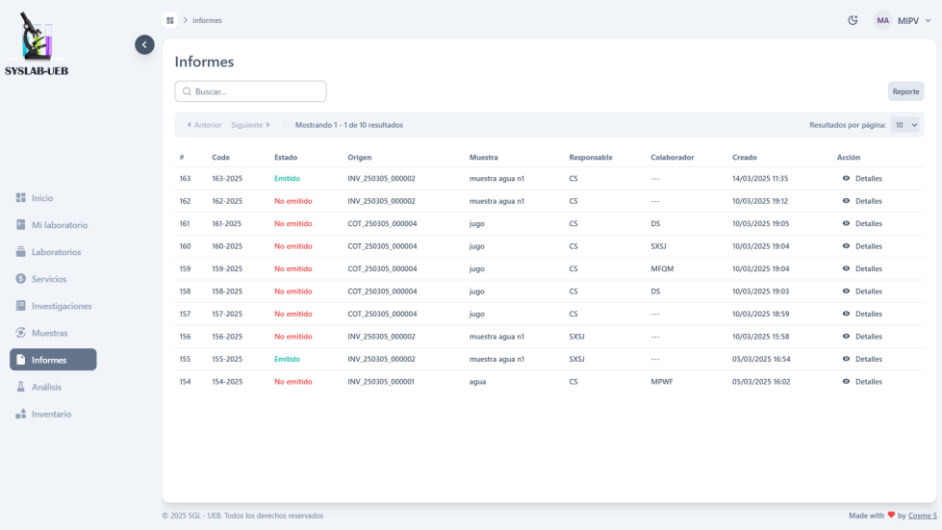
Haga clic en "Muestras" para gestionar muestras del laboratorio asignado.

Informes

Haga clic en "Informes" para gestionar informes del laboratorio asignado.

- Revisar: Seleccione "Detalles" en "Acción".

Ilustración 44: *Lista de Informes*



- **Generar:** Use "Reporte informes" para filtrar y generar.

Ilustración 45: *Formulario de Generar Reporte*

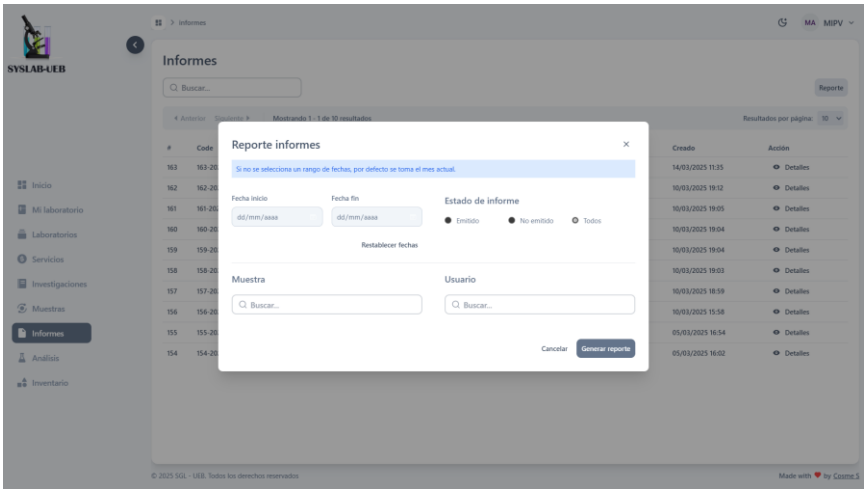
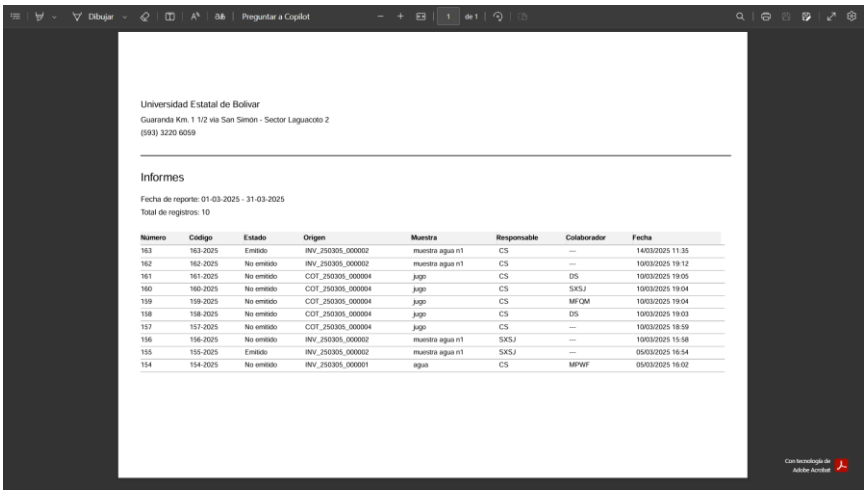


Ilustración 46: *Reporte Generado*



Análisis

Haga clic en "Análisis" para gestionar parámetros y categorías.

- **Crear/Editar/Eliminar:** Use opciones para parámetros y categorías.

Ilustración 47: *Pantalla de Parámetros*

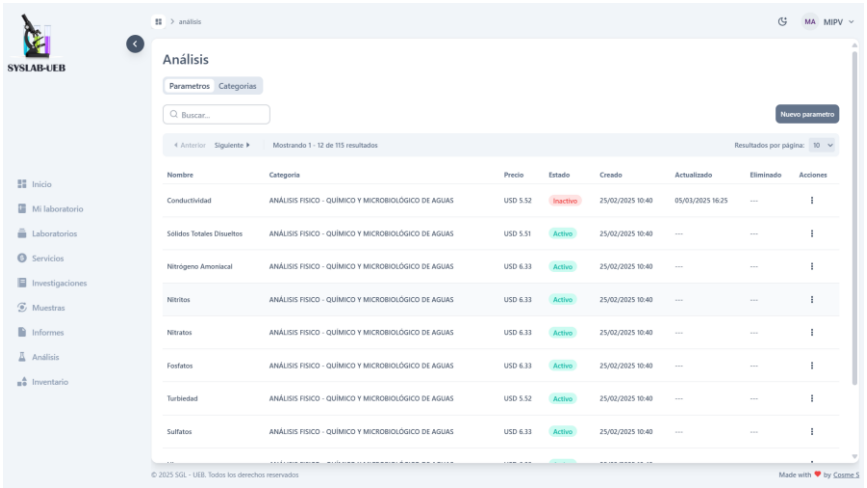
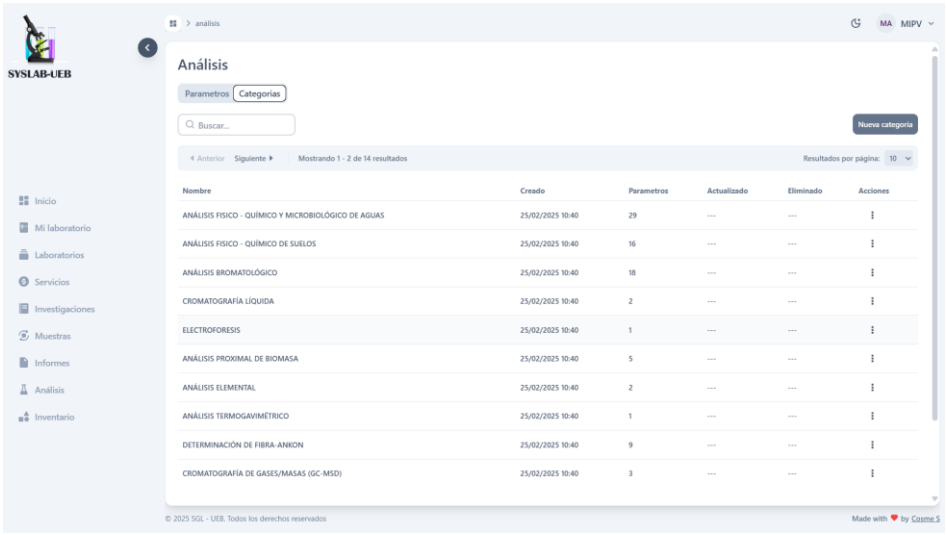


Ilustración 48: *Pantalla de Categorías*



Inventario

Haga clic en "Inventario" para gestionar reactivos.

- **Crear:** Haga clic en "Nuevo reactivo", complete datos y guarde.

Ilustración 49: *Lista de Reactivos*

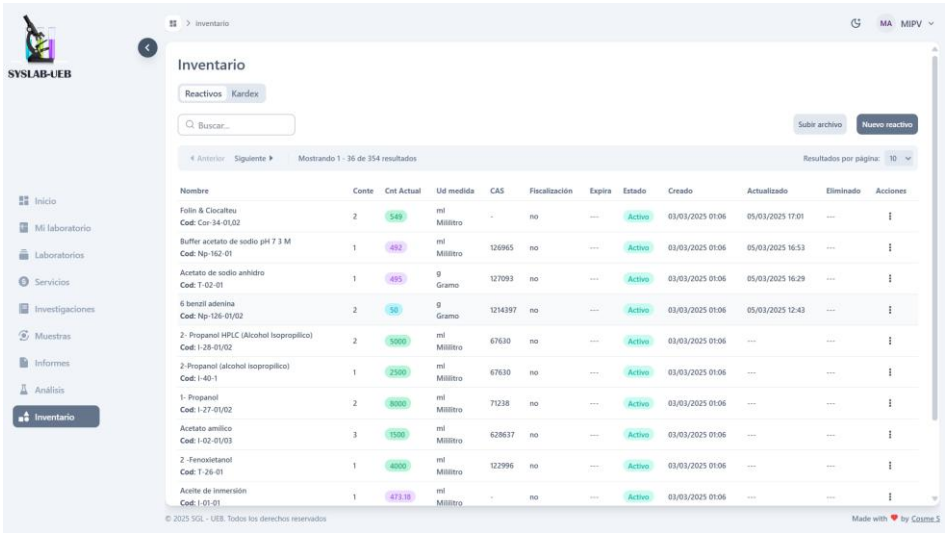
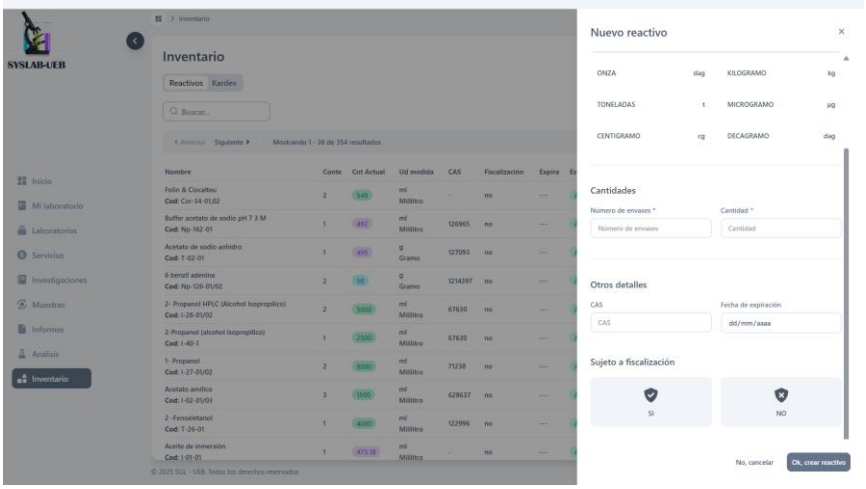
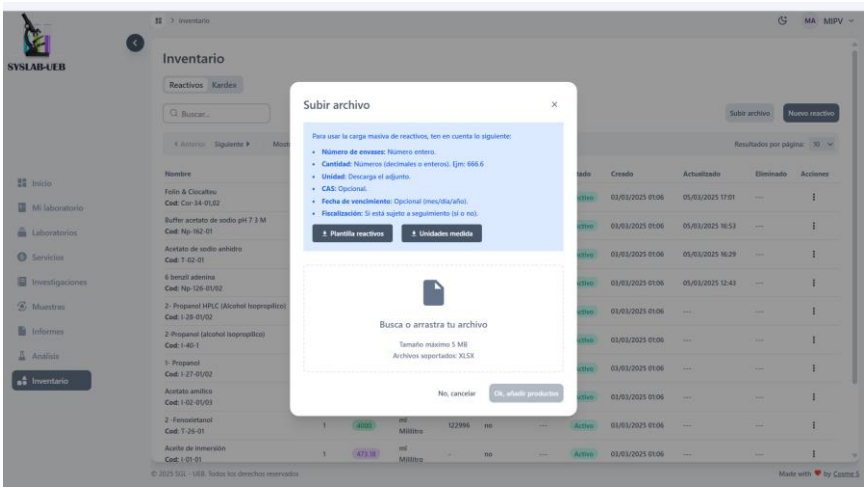


Ilustración 50: *Formulario de Nuevo Reactivo*



- **Subir:** Use "Subir archivo" para importar reactivos.

Ilustración 51: *Formulario de Subir Archivo*



- **Generar Kardex:** Use "Reporte kardex" para filtrar y generar.

Ilustración 52: *Formulario de Reporte Kardex*

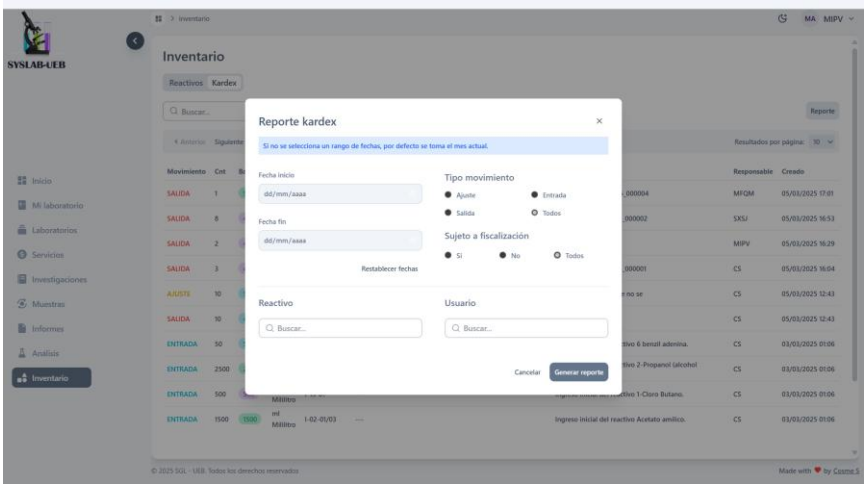
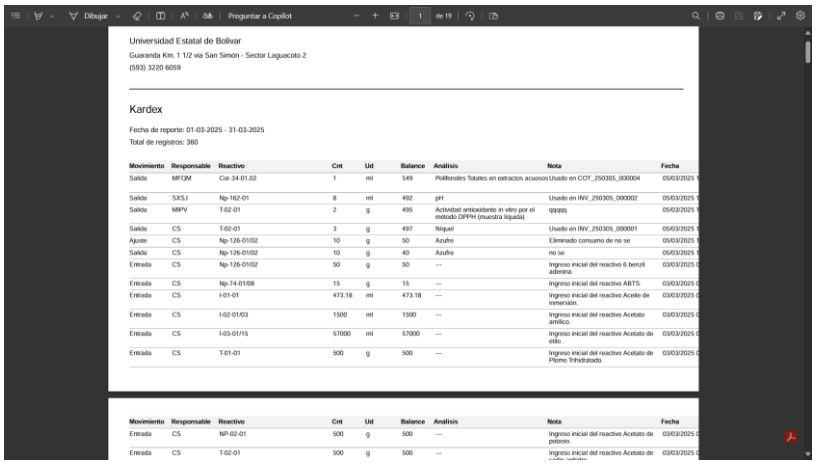


Ilustración 53: *Reporte Kardex Generado*



7. Interfaz de Usuario Rol Analista/Técnico

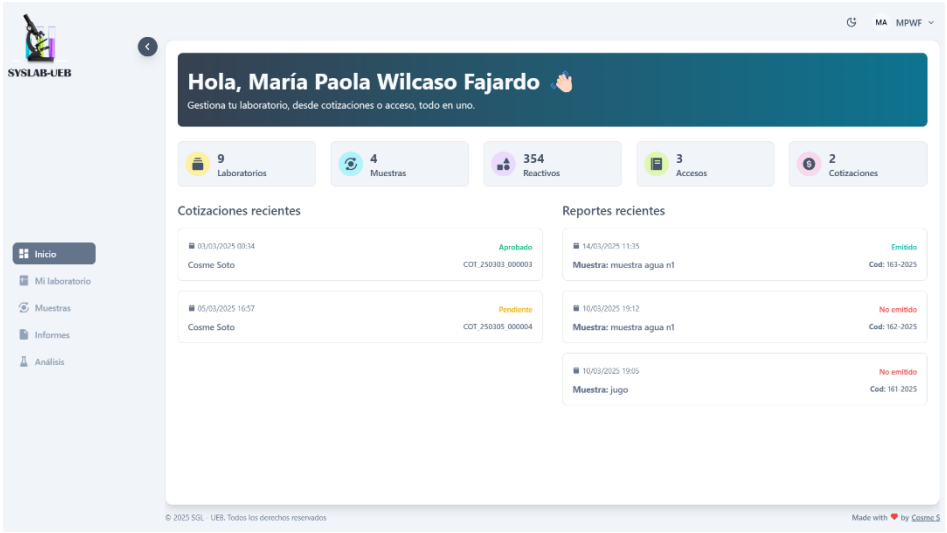
El rol Analista/Técnico en SYSLAB-UEB tiene responsabilidades operativas clave, centradas en la ejecución de análisis, la gestión de muestras, la generación de informes y el registro de consumos de reactivos.

Dashboard (Rol Analista/Técnico)

El Dashboard muestra actividades asignadas.

- Revisar estadísticas y cotizaciones/reportes recientes.

Ilustración 54: *Dashboard del Analista*

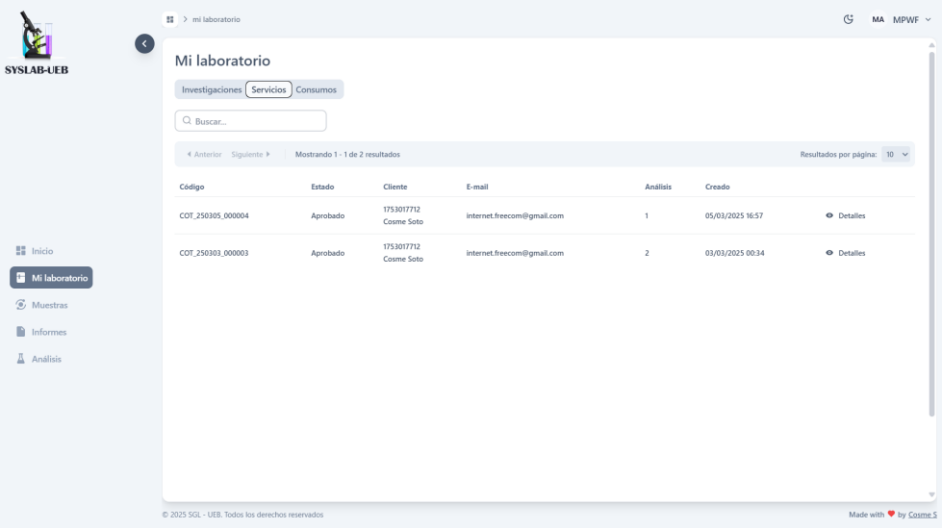


Mi Laboratorio

Haga clic en "Mi Laboratorio" para gestionar tareas asignadas.

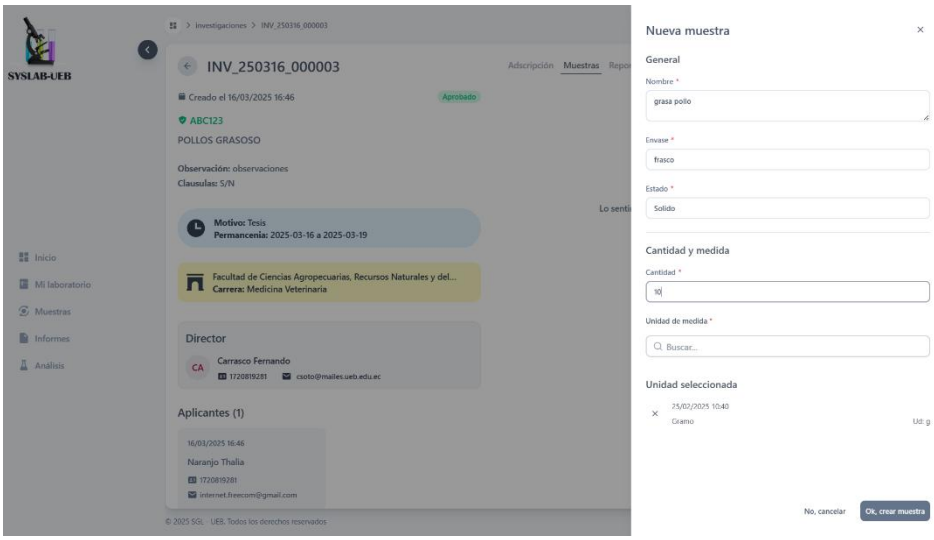
- **Revisar:** Use pestañas "Investigaciones", "Servicios" o "Consumos".

Ilustración 55: *Pantalla de Mi Laboratorio*



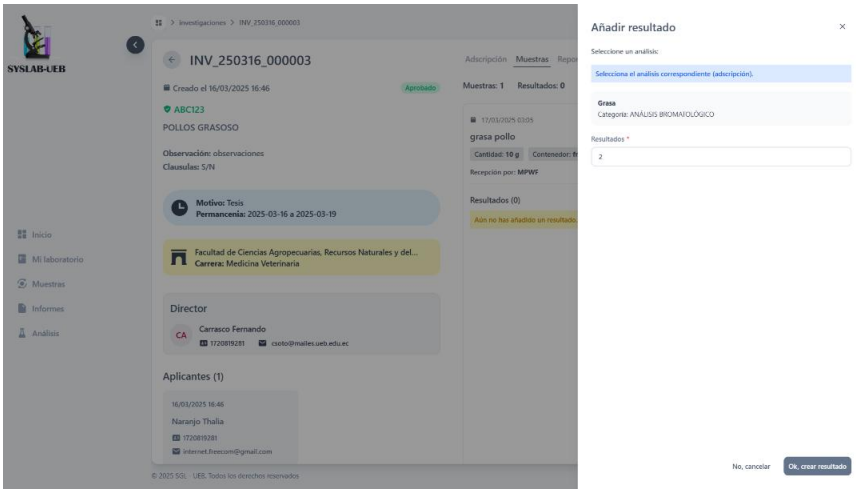
- **Receptar Muestra:** Seleccione "Receptar muestra", confirme y guarde.

Ilustración 56: *Formulario de Receptar Muestra*



- **Añadir Resultado:** Seleccione "Añadir resultado", ingrese datos y guarde.

Ilustración 57: *Formulario de Añadir Resultado*



- **Generar Reporte:** Seleccione "Generar reporte" y descargue el informe.

Ilustración 58: *Formulario de Generar Reporte*

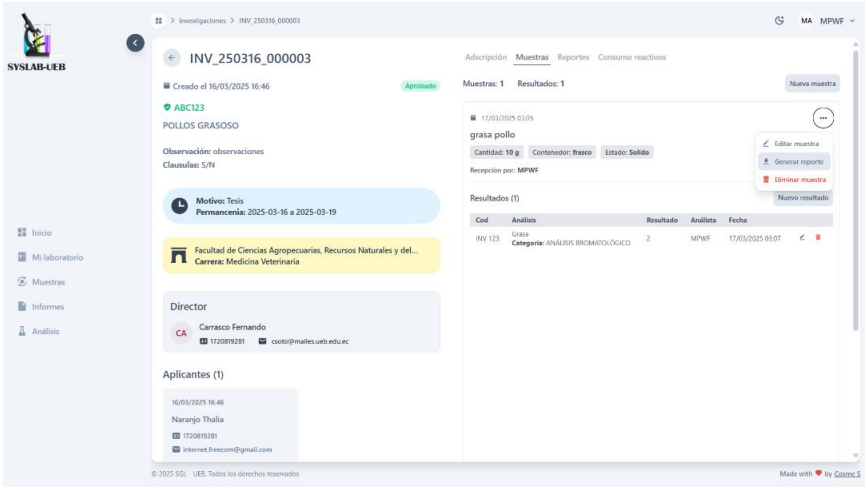
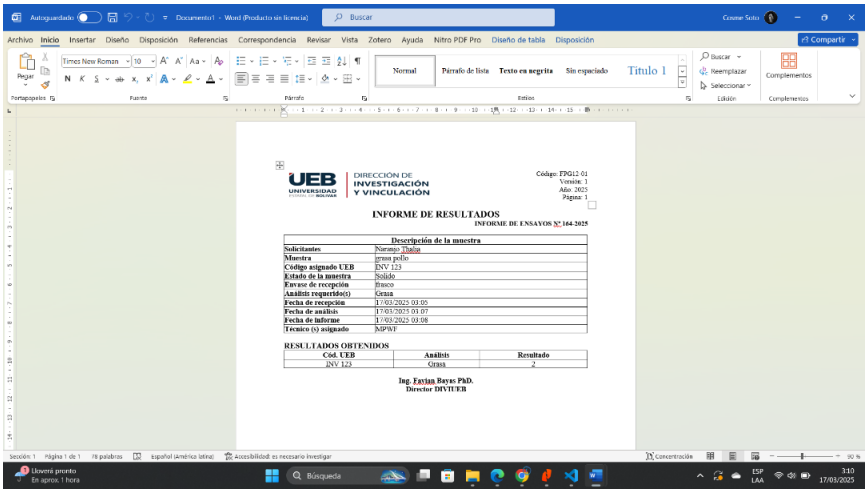
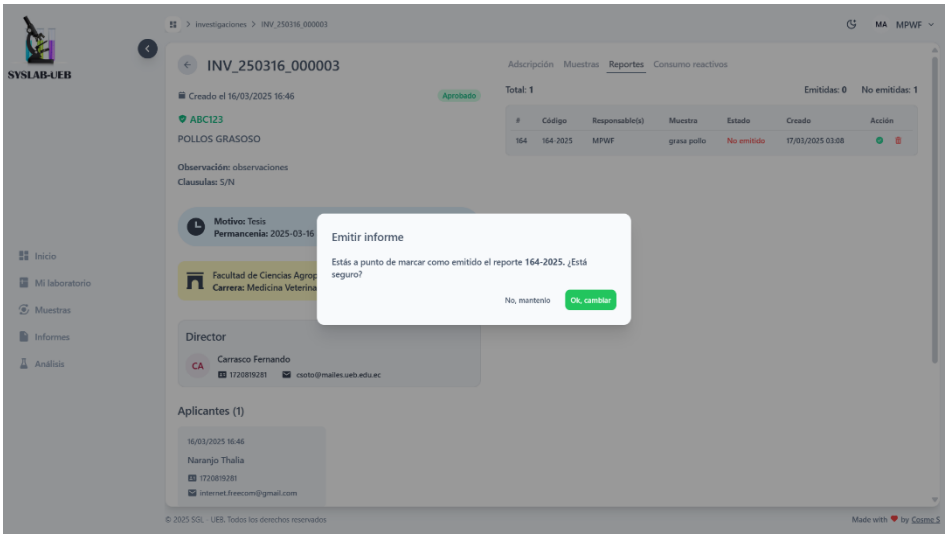


Ilustración 59: *Reporte Generado*



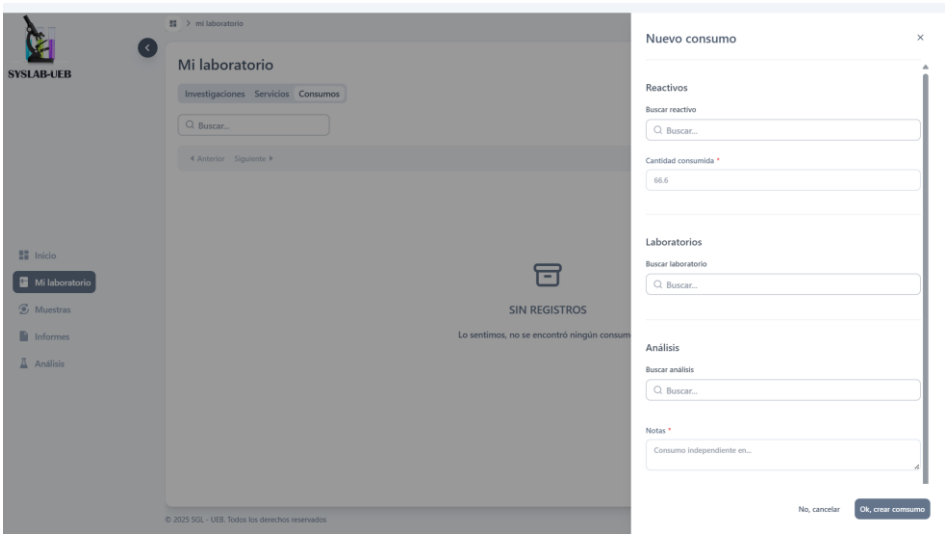
- **Emitir Reporte:** Use el botón "Visto" para emitir oficialmente.

Ilustración 60: *Botón de Emitir Reporte*



- **Registrar Consumo:** Haga clic en "Registrar consumo", ingrese datos y guarde.

Ilustración 61: *Formulario de Registrar Consumo*



Notas Importantes

- El rol Analista/Técnico solo puede gestionar actividades asignadas a su laboratorio, previamente configuradas por el Gestor de Servicios/Investigaciones y aprobadas por el Director.
- Las acciones de añadir resultados, generar reportes, emitir reportes, y registrar consumos generan registros en la sección de Logs (solo visibles para administradores).

- El tiempo promedio para realizar cada acción (receptar muestra, añadir resultado, generar reporte, registrar consumo) es inferior a 30 segundos.
- La generación del reporte en formato Word sigue el formato institucional de la Universidad Estatal de Bolívar, asegurando cumplimiento normativo (LOTAIP, 2023).

Muestras

Haga clic en "Muestras" para gestionar muestras asignadas (crear, editar, eliminar).

Uso de la Sección de Muestras

- **Crear una Nueva Muestra:** Haga clic en el botón Nueva muestra. Complete los campos (ej. Nombre, Tipo, Cantidad). Haga clic en "Ok, crear muestra" para registrar.
- **Editar una Muestra:** Haga clic en "Editar muestra" en la columna "Acciones". Modifique los detalles y guarde los cambios.
- **Eliminar una Muestra:** Haga clic en "Eliminar muestra" en la columna "Acciones". Confirme la acción. La fecha de eliminación se registrará.

Notas Importantes

- Las muestras creadas o editadas deben estar asociadas a una cotización o investigación asignada al laboratorio del Analista/Técnico.
- Esta funcionalidad solo aplica si el laboratorio del Analista/Técnico está asignado al análisis.

Informes

Haga clic en "Informes" para revisar y emitir informes asignados.

Uso de la Sección de Informes

- **Revisar Informes:** Haga clic en "Detalles" para revisar un informe generado.
- **Emitir un Informe:** Si el informe está generado, pero no emitido, haga clic en el botón verde "Visto" para emitirlo oficialmente. El estado cambiará a "Emitido".

Notas Importantes

- Los informes generados en Mi Laboratorio se reflejan automáticamente en esta sección.
- Esta funcionalidad solo aplica si el laboratorio del Analista/Técnico está asignado al análisis.

Análisis

Haga clic en "Análisis" para gestionar parámetros y categorías (crear, editar, eliminar).

Descripción de la Sección de Análisis

La pantalla de Análisis mostrará tablas separadas para:

- **Parámetros:** Nombre, categoría, estado, acciones (crear, editar, eliminar, habilitar).
- **Categorías:** Nombre, descripción, estado, acciones (crear, editar, eliminar).

Uso de la Sección de Análisis

- **Crear un Parámetro:** Haga clic en "Nuevo parámetro" y complete los datos (ej. Nombre: Grasa, Categoría: Análisis Bromatológico). Haga clic en "Ok, crear parámetro".
- **Editar un Parámetro:** Haga clic en "Editar" y modifique los detalles.
- **Eliminar un Parámetro:** Haga clic en "Eliminar" y confirme.
- **Habilitar/Deshabilitar un Parámetro:** Cambie el estado con la opción correspondiente.
- **Crear una Categoría:** Haga clic en "Nueva categoría" y complete los datos (ej. Nombre: Análisis Bromatológico, Descripción: Análisis de composición de alimentos). Haga clic en "Ok, crear categoría".
- **Editar una Categoría:** Haga clic en "Editar" y modifique los detalles.

Eliminar una Categoría: Haga clic en "Eliminar" y confirme.

Anexo 6

Certificado Anti plagio

UEB
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, GESTIÓN EMPRESARIAL E INFORMÁTICA

ING. DARWIN CARRION BUENAÑO EN CALIDAD DE DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,

CERTIFICA

Que el trabajo de integración curricular denominado "**SISTEMA DE GESTIÓN PARA LOS LABORATORIOS DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**", presentado por Cosme Yovany Soto Calderón estudiante de la **carrera de Software** pasó el análisis de coincidencia no accidental en la herramienta TURNITIN, reflejando un **porcentaje de similitud del 4%**, como se puede evidenciar en el documento adjunto.

Guaranda, 18 de marzo del 2025

Atentamente,

Darwin Carrión Buenaño
Director

Dirección: Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira
Guaranda-Ecuador
Teléfono: (593) 3220 6059
www.ueb.edu.ec