

**TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD PROFUNDIZACIÓN
DESARROLLO DE UN APLICATIVO PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS DE LOS
LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL
VILLAVICENCIO: LabUSTA**



Por:
Daniel Eduardo Zipa Barrero

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
VILLAVICENCIO
2023**

**TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD PROFUNDIZACIÓN
DESARROLLO DE UN APLICATIVO PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS DE LOS
LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL
VILLAVICENCIO: LabUSTA**



Por:
Daniel Eduardo Zipa Barrero

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de
Ingeniero Mecánico

Aprobado por:
Ing. Jhon Jairo Gil Peláez, Ph.D.
Director

Ing. Katherin Duarte Barón, M.S.
Codirectora

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
VILLAVICENCIO
2023**

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Fray José Gabriel Mesa Angulo, O.P.
Rector General

Fray Eduardo González Gil, O.P.
Vicerrector Académico General

Padre José Antonio Balaguera Cepeda, O.P.
Rector Sede Villavicencio

Fray Rodrigo García Jara, O.P.
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Julieth Andrea Sierra Tobón
Secretaria de División Sede Villavicencio

Ing. Jhon Jairo Gil Peláez, Ph.D.
Decano Facultad de Ingeniería Mecánica

Nota de aceptación

Ing. Jhon Jairo Gil Peláez Ph.D.
Decano Facultad Ingeniería Mecánica

Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Villavicencio, Día de mes de año

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo a mi familia, especialmente a mi padre, Jorge Daniel Zipa Rodríguez, quien me ha inculcado la importancia de la formación académica continua y me ha enseñado valores fundamentales como la honestidad y la fortaleza a través de su ejemplo. También a mi madre, María Nubia Barrero Bernal, por su constante apoyo, por siempre escucharme y brindarme consejos en los momentos difíciles. A ambos por su amor incondicional.

También quiero dedicar este trabajo a todas las personas que conocí durante mi intercambio estudiantil en México, quienes me brindaron su apoyo, consejos y estuvieron ahí para mí cuando los necesitaba. Agradezco su presencia constante, ya que me recordaron el gran esfuerzo que realicé y me ayudaron a valorarlo aún más.

Asimismo, deseo dedicar este trabajo a mi director y codirectora, quienes invirtieron su tiempo y dedicación en mi formación y en la elaboración de este trabajo. Su guía y apoyo fueron fundamentales para su realización.

Por último, pero no menos importante, quiero dedicar este trabajo a mí mismo. Resalto mi dedicación, disciplina y fortaleza para llevarlo a cabo. Este proyecto refleja mi compromiso y perseverancia, y me enorgullece haberlo concluido.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento en primer lugar a mi familia, especialmente a mis padres, quienes me han brindado un apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Su respaldo constante ha sido fundamental para alcanzar mis metas.

Agradezco también a mis amigos por estar siempre presentes cuando los necesitaba, brindándome su apoyo emocional y alentándome a seguir adelante.

Mi más sincero agradecimiento a mi director, quien generosamente compartió su idea y me brindó orientación en el desarrollo de este trabajo. Su conocimiento y perspectivas fueron invaluable.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud a mi codirectora por su dedicación al revisar y guiar la elaboración del documento. Su experiencia y paciencia fueron de gran ayuda en este proceso.

No puedo dejar de mencionar al personal de la Coordinación de Laboratorios, cuya colaboración fue fundamental para la recolección y estandarización de datos. Su apoyo ha sido invaluable.

Agradezco también a mis profesores mexicanos, quienes, con sus conocimientos y perspectivas diferentes, me guiaron y me permitieron ampliar mis ideas.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a los directivos y al personal de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio, cuyo arduo trabajo ha hecho posible llevar a cabo este aplicativo.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos por su invaluable contribución a este trabajo.

RESUMEN

En el siguiente documento se presenta el desarrollo de un aplicativo diseñado para facilitar la gestión de activos en el área de laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio. Este aplicativo permite almacenar toda la información en una base de datos única y simplifica la gestión de los activos a través de un sistema modular. El sistema consta de 6 módulos: usuarios, inventarios, prácticas, préstamos, mantenimientos y estadísticas. Cada uno de ellos desempeña una función esencial para satisfacer las necesidades, optimizar y automatizar los procesos, y liberar horas de trabajo del personal de laboratorios. Además, se complementa con la creación de formularios web para el registro de información de usuarios que no tienen acceso directo al aplicativo, lo que garantiza un acceso fácil e integridad de la información.

El desarrollo del aplicativo se lleva a cabo utilizando el lenguaje de programación C# y la plataforma .NET. Los datos se almacenan en una base de datos MySQL. Por otro lado, los formularios se crean utilizando HTML, CSS y JavaScript. La construcción de los módulos se realiza uno por uno, siguiendo el orden mencionado anteriormente.

El resultado es el aplicativo denominado LabUSTA, que contribuye significativamente a la mejora de los procesos al reducir los tiempos, generar reportes automáticos sobre el uso de los laboratorios, la utilización de los recursos, las inversiones, los costos de los equipos, los resúmenes generales de prácticas, las hojas de vida, las fichas técnicas, entre otros aspectos que se detallan a lo largo del documento.

Palabras Clave: *Aplicación para la gestión de activos, inventarios, mantenimientos, ficha técnica, hoja de vida de equipos y reportes estadísticos.*

ABSTRACT

The following document presents the development of an application designed to facilitate the management of assets in the laboratory area of the Santo Tomás University, Villavicencio branch. This application allows you to store all the information in a single database and simplifies asset management through a modular system. The system consists of 6 modules: users, inventories, practices, loans, maintenance and statistics. Each of them performs an essential function to satisfy, optimize and automate processes, and free up hours of work for laboratory staff. In addition, it is complemented by the creation of web forms for the registration of information of users who do not have direct access to the application, which guarantees easy access and integrity of the information.

The development of the application is carried out using the C# programming language and the .NET platform. The data is stored in a MySQL database. On the other hand, forms are created using HTML, CSS, and JavaScript. The construction of the modules is done one by one, following the order mentioned above.

The result is the application called LabUSTA, which contributes significantly to the improvement of processes by reducing times, generating automatic reports on the use of laboratories, the use of resources, investments, equipment costs, general summaries practices, resumes, technical sheets, among other aspects that are detailed throughout the document.

Key Word: *Application for the management of assets, inventories, maintenance, technical sheet, equipment resume and statistical reports.*

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	14
2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
3.	JUSTIFICACIÓN.....	17
4.	OBJETIVOS.....	19
4.1.	OBJETIVO GENERAL	19
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
5.	ALCANCE.....	20
6.	MARCO DE REFERENCIA	22
6.1.	MARCO CONCEPTUAL	22
6.2.	MARCO TEÓRICO	23
6.3.	ESTADO DEL ARTE.....	29
7.	METODOLOGÍA	32
7.1.	DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y TAREAS	32
7.1.1	DISEÑO GRÁFICO.....	32
7.1.2	SISTEMA DE JERARQUÍA.....	33
7.1.3	SISTEMA DE INVENTARIOS.....	33
7.1.4	REGISTRO DE PRÁCTICAS ESTUDIANTILES.....	33
7.1.5	SISTEMAS DE PRÉSTAMOS	33
7.1.6	REGISTRO DE MANTENIMIENTOS.....	33
7.1.7	SECCIÓN DE ESTADÍSTICAS.....	34
8.	GENERALIDADES DE LÓGICA DE PROGRAMACIÓN Y DE ESTRUCTURA DE DATOS	35
8.1.	LÓGICA DE PROGRAMACIÓN	35
8.2.	GESTOR DE ALMACENAMIENTO DE DATOS	43
8.3.	ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN.....	44
8.4.	RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN TABLAS	44
9.	DISEÑO GRÁFICO.....	46
9.1.	FASE DE ESTRUCTURACIÓN	46
9.1.1	REVISIÓN DE ANTECEDENTES GRÁFICOS	46
9.1.2	TIEMPO DE EJECUCIÓN Y EQUIPO DE TRABAJO.....	46
9.1.3	RECURSOS	47
9.1.4	ESPACIOS DE TRABAJO	47
9.2.	FASE DE RECONOCIMIENTO	47
9.2.1	PERFIL DEL USUARIO	47
9.2.2	HERRAMIENTAS EXISTENTES	47
9.2.3	FUNCIONALIDAD	47
9.2.4	ACTIVIDADES.....	47
9.2.5	INFORMACIÓN	48
9.3.	FASE DE EXPLORACIÓN.....	48
9.3.1	ESTÍMULOS VISUALES.....	48
9.3.2	PROBLEMAS ACTUALES.....	48
9.3.3	ESTRUCTURA DE CONTROL	48
9.3.4	CONFORT VISUAL	48
9.4.	FASE DE MODELADO	48
9.4.1	FUNCIONALIDADES DE LOS ELEMENTOS.....	49

9.4.2	DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	49
9.5.	FASE DE IDEACIÓN Y PROTOTIPADO.....	52
10.	SISTEMA DE JERARQUIA.....	55
11.	SISTEMA DE INVENTARIOS.....	56
11.1.	ARTICULACIÓN DE LA INFORMACIÓN	59
12.	REGISTRO DE PRÁCTICAS ESTUDIANTILES.....	62
12.1.	ARTICULACIÓN DE LA INFORMACIÓN	64
13.	SISTEMAS DE PRÉSTAMOS	67
14.	REGISTRO DE MANTENIMIENTOS.....	69
14.1.	ARTICULACIÓN DE LA INFORMACIÓN	69
15.	ESTADÍSTICAS.....	70
15.1.	FACULTAD.....	70
15.2.	COSTO DE EQUIPOS.....	75
15.3.	INVERSIONES	77
15.4.	MANTENIMIENTOS	78
15.5.	PRÁCTICAS	79
16.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	83
17.	RESULTADOS E IMPACTOS	86
18.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	88
18.1.	CONCLUSIONES	88
18.2.	TRABAJOS FUTUROS.....	88
19.	GLOSARIO	90
20.	BIBLIOGRAFÍA.....	91
21.	ANEXOS.....	96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Semilla de los recursos con activos fijos.	59
Tabla 2. Semilla de los recursos sin activos fijos.	59
Tabla 3. Semilla de los accesorios de los recursos con activos fijos.....	60
Tabla 4. Semilla de las prácticas de laboratorio oficiales.	64
Tabla 5. Semilla de los espacios académicos.	65
Tabla 6. Semilla de los docentes.....	65
Tabla 7. Semilla de las prácticas registradas para la asistencia de los estudiantes.	66
Tabla 8. Semilla de los registros de mantenimientos.	69
Tabla 9. Cantidad de estudiantes atendidos por la Coordinación de Laboratorios por año.	71
Tabla 10. Estadística por docente.	73
Tabla 11. Estadística por espacio académico.	73
Tabla 12. Estadística por laboratorio.....	73
Tabla 13. Resumen general de asistencia de prácticas.	74
Tabla 14. Costos de equipos de los recursos de cierto laboratorio.	76
Tabla 15. Inversiones de equipos por año de cierto laboratorio.....	77
Tabla 16. Histórico de mantenimientos de cierto laboratorio.....	78
Tabla 17. Resumen general de las prácticas oficiales por cada laboratorio.....	79
Tabla 18. Resultados obtenidos.....	86
Tabla 19. Impactos.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Patrón modelo vista controlador MVC.....	25
Figura 2. Estructura del patrón de diseño Singleton.....	25
Figura 3. Estructura del patrón de diseño Delegate.	26
Figura 4. Diagrama de flujo del diseño de patrón BFF.	27
Figura 5. Representación gráfica de una clase.	28
Figura 6. Relación unidireccional.	29
Figura 7. Relación bidireccional.	29
Figura 8. Relación de implementación.	29
Figura 9. Metodología para el desarrollo del aplicativo LabUSTA.....	32
Figura 10. Programación en capas, arquitectura de LabUSTA.	35
Figura 11. Patrón de diseño Singleton implementado en la visualización de formularios hijos.	36
Figura 12. Patrón de diseño Delegate implementado en la comunicación de la vista hacia el presentador.....	37
Figura 13. Estructura general de la arquitectura de programación de LabUSTA. .	38
Figura 14. Diagrama de flujo para añadir información a la base de datos.	39
Figura 15. Diagrama de flujo para actualizar información a la base de datos.	40
Figura 16. Diagrama de flujo para eliminar información a la base de datos.....	41
Figura 17. Diagrama de flujo para leer información a la base de datos.	42
Figura 18. Patrón de diseño BFF.	42
Figura 19. Interfaz gráfica del gestor de datos MySQL, phpMyAdmin.	43
Figura 20. Estructura de la información en tablas en el gestor de MySQL.....	44
Figura 21. Relación de tablas del módulo de inventarios, préstamos, prácticas y mantenimientos.	45
Figura 22. Relación de tablas del módulo de prácticas con el registro de asistencias de estudiantes.	45
Figura 23. Interfaz de la ERP Oracle NETSUITE.	46
Figura 24. Elementos visuales implementados en los formularios de LabUSTA...	49
Figura 25. Mapa de elementos visuales.....	50
Figura 26. Mapa conceptual de las ideas relacionadas con la interfaz gráfica.....	51
Figura 27. Layout formulario de ingreso.....	52
Figura 28. Resultado de formulario de ingreso.....	52
Figura 29. Layout formulario ventana principal.....	53
Figura 30. Resultado de formulario ventana principal.	53
Figura 31. Layout formulario hijo CRUD.....	54
Figura 32. Resultado de formulario hijo CRUD.	54
Figura 33. Vista general del módulo de Usuarios.....	55
Figura 34. Vista general del módulo de Inventarios.	56
Figura 35. Ejemplo de hoja de vida generada por LabUSTA.	57
Figura 36. Ejemplo de ficha técnica generada por LabUSTA.....	58
Figura 37. Formulario de ingreso de las imágenes de los recursos con activos fijos.	60
Figura 38. Formulario de ingreso de las imágenes de los pictogramas de los recursos con activos fijos.	61
Figura 39. Vista general del módulo de Prácticas.	62

Figura 40. Formulario de registro de asistencia para los estudiantes.	63
Figura 41. Formulario de programación de laboratorios para prácticas.	63
Figura 42. Formulario para verificar las asistencias de los estudiantes.	64
Figura 43. Formulario de ingreso de los elementos requeridos para cada práctica oficial.	66
Figura 44. Vista general del módulo de préstamos.	67
Figura 45. Formulario para solicitar préstamo de recurso de los laboratorios.	67
Figura 46. Ejemplo de reporte de uso de los recursos del laboratorio de pavimentos.	68
Figura 47. Vista general del módulo de mantenimientos.	69
Figura 48. Vista general del módulo de estadísticas.	70
Figura 49. Cantidad de estudiantes atendidos por la Coordinación de Laboratorios por año.	71
Figura 50. Diagrama de flujo de la obtención de los datos de la cantidad de estudiantes atendidos por la Coordinación de Laboratorios por año.	72
Figura 51. Diagrama de flujo general de prácticas.	75
Figura 52. Diagrama de flujo de costos de equipos.	76
Figura 53. Diagrama de flujo de inversiones de equipos en cierto laboratorio y por año.	77
Figura 54. Diagrama de flujo de histórico de mantenimientos.	78
Figura 55. Diagrama de flujo del resumen general de las prácticas oficiales.	80
Figura 56. Encuesta, pregunta #1	83
Figura 57. Encuesta, pregunta #2	84
Figura 58. Encuesta, pregunta #3	84
Figura 59. Encuesta, pregunta #4	85

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, todas las organizaciones cuentan con el respaldo tecnológico necesario para mejorar los procesos de gestión administrativa. Esto se refleja en el uso de computadoras para mejorar la comunicación, el uso de correos electrónicos, registros en Excel, así como en el uso de herramientas especializadas como los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, Enterprise Resource Planning).¹

La gestión de activos es fundamental para el desarrollo de una organización, ya que un buen uso de los activos permite aumentar su valor frente a la competencia, mejorar el servicio ofrecido y cumplir con los objetivos establecidos de acuerdo con la misión y visión de la organización. El uso de herramientas informáticas contribuye de manera significativa a esta gestión, por lo tanto, resulta relevante desarrollar herramientas que faciliten la gestión de activos en los laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio.²

En este trabajo se desarrolla una aplicación para la gestión de los laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio, en una primera fase. Esta aplicación permitirá administrar los inventarios, crear hojas de vida y fichas técnicas, así como registrar los mantenimientos, el uso de los laboratorios, las prácticas y los préstamos de elementos didácticos a los estudiantes. También se contempla la generación de estadísticas relevantes.

Para el desarrollo de esta aplicación se utiliza el lenguaje de programación C#, el cual evoluciona a partir del C y el C++. Este lenguaje permite crear aplicaciones sólidas y seguras utilizando la plataforma de código abierto .NET.³

Esta plataforma posibilita la traducción del código escrito en C# a un lenguaje comprensible para las computadoras y los sistemas móviles.⁴ Además, .NET es multiplataforma, lo que significa que permite compilar aplicaciones nativas para Android e iOS, así como servicios web para Windows, Linux, MacOS y Docker. También ofrece la posibilidad de desarrollar videojuegos en 2D y 3D para equipos de escritorio, dispositivos móviles y consolas, entre otras aplicaciones.⁵

En este trabajo se desarrolla la aplicación LabUSTA para el sistema operativo Windows, complementado con el desarrollo de formularios web utilizando HTML, CSS, JavaScript, node.js y Express.

Los capítulos con los que cuenta el documento abordan diferentes aspectos relacionados con el aplicativo LabUSTA. Cada capítulo tiene como objetivo documentar la estructura del aplicativo, su metodología de elaboración, su importancia y su finalidad. Además, se presentan los resultados obtenidos y se ofrecen conclusiones.

El primer capítulo GENERALIDADES DE LÓGICA DE PROGRAMACIÓN Y DE ESTRUCTURA DE DATOS se enfoca en mostrar la lógica de programación de todo el aplicativo y también la estructura de datos.

El segundo capítulo DISEÑO GRÁFICO se enfoca en el diseño gráfico del aplicativo, describiendo los elementos visuales utilizados y su propósito en la interfaz de usuario.

El tercer capítulo SISTEMA DE JERARQUIA se centra en el sistema de jerarquía del aplicativo, detallando los roles dentro del aplicativo.

El cuarto capítulo SISTEMA DE INVENTARIOS aborda el sistema de inventarios, explicando cómo se lleva a cabo la gestión y control de los recursos disponibles en los laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio.

En el quinto capítulo REGISTRO DE PRÁCTICAS ESTUDIANTILES se describe el registro de prácticas estudiantiles, detallando cómo se registra y documenta la información relacionada con las prácticas realizadas por los estudiantes en los laboratorios.

El sexto capítulo SISTEMAS DE PRÉSTAMOS se dedica al sistema de préstamos, mostrando cómo se realiza el registro y control de los elementos didácticos prestados a los profesores y estudiantes.

El séptimo capítulo REGISTRO DE MANTENIMIENTOS se enfoca en el registro de mantenimientos, describiendo cómo se documenta y registra la información sobre los mantenimientos realizados en los equipos y recursos de los laboratorios.

Por último, en el séptimo capítulo ESTADÍSTICAS se presenta la sección de estadísticas, donde se muestran los datos recopilados y se generan informes y gráficos que brindan una visión general de la gestión de los laboratorios.

A lo largo del documento se exponen los resultados obtenidos en cada capítulo y se extraen conclusiones que permiten evaluar la efectividad y utilidad del aplicativo LabUSTA en la gestión de los laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Coordinación de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio, no cuenta con un software que facilite la gestión de activos. Actualmente, se utiliza una base de datos en Excel que no prioriza la facilidad de uso ni la optimización del tiempo. El tamaño de esta base de datos dificulta su manipulación y el registro de nueva información, lo que resulta en un proceso lento. Por lo tanto, se busca mejorar la gestión de activos mediante un software más robusto y eficiente.

En la Coordinación de Laboratorios, se cuenta con archivos en Excel que contienen información sobre los inventarios de cada laboratorio. Estos archivos han permitido relacionar las prácticas de laboratorio con los equipos existentes, incluyendo los costos de los equipos existentes y faltantes. Sin embargo, es necesario implementar un software más sólido y con una interfaz más amigable.

Actualmente, el registro del uso de los laboratorios y las prácticas de laboratorio se realiza a través de formularios de Google. Al finalizar el semestre, se descarga el archivo generado por el formulario para procesar la información y generar los reportes correspondientes. Se plantea la creación de un módulo en el software que permita registrar el uso de los laboratorios, detallando las prácticas realizadas por los docentes y estudiantes asistentes, así como las fechas de realización. Con la información consolidada por semestre, se espera generar los reportes de uso de los laboratorios de forma automática.

Además, es necesario disponer de un software que permita el registro del mantenimiento de los equipos de laboratorio y la generación de reportes específicos que faciliten la toma de decisiones.

Se propone la solución a través del desarrollo del software LabUSTA, que integrará las funciones mencionadas anteriormente, manteniendo el principio de modularidad, pero con una base de datos centralizada para digitalizar por completo estos procesos.

Por último, se plantea la pregunta de si es posible desarrollar una implementación computacional que contribuya a la gestión de activos fijos de los laboratorios en la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio.

3. JUSTIFICACIÓN

La universidad se encuentra en constante desarrollo, tomando decisiones económicas importantes día a día. Esto es especialmente relevante en la Coordinación de Laboratorios, donde el avance tecnológico exige componentes y equipos actualizados para las prácticas académicas. Por tanto, la recolección de información se vuelve crucial para tomar decisiones eficientes en términos de recursos económicos y calidad educativa.

La información es el recurso digital más valioso, ya que facilita el acceso a conocimientos y a validar su veracidad. Además, permite obtener diferentes perspectivas sobre una situación basadas en experiencias de otros participantes. Mantener un registro de los datos técnicos, historial de fallas y uso de los equipos es fundamental, ya que esta información se puede utilizar para prever futuras fallas, mejorar el plan de mantenimiento y servir de base para la toma de decisiones.⁶

Es importante almacenar esta información en una base de datos centralizada, ya que permite un acceso común y optimiza el tiempo y los recursos utilizados para obtener y utilizar dicha información. Este tipo de base de datos se caracteriza por almacenar grandes cantidades de datos de manera eficaz y eficiente, garantizando la accesibilidad para los usuarios.⁷

Por otro lado, la recolección de datos es el primer paso para el uso de la estadística. Estos datos se presentan mediante tablas y gráficos, lo cual facilita el análisis y la toma de decisiones.⁸ La implementación de un software para la Coordinación de Laboratorios permite identificar el uso de los equipos y las áreas académicas prioritarias para los estudiantes. Contar con registros mejorará el rendimiento de los procesos, ya que se podrán evidenciar las actividades realizadas, las fallas, las reparaciones, entre otros aspectos. Esto reduce el tiempo necesario para tomar decisiones sobre la planificación de mantenimiento, aumenta la disponibilidad de los equipos y contribuye al componente práctico de la educación de los estudiantes. Además, optimiza la gestión de recursos económicos de la universidad, permitiendo una orientación más objetiva de las inversiones futuras.

Es de vital importancia contar con herramientas computacionales que faciliten el plan de mantenimiento de los equipos de laboratorio en una institución como la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio. Sin estas herramientas, podrían presentarse deterioros prematuros, pérdidas económicas y dificultades para brindar el servicio de prácticas de laboratorio, lo que afectaría la calidad educativa e incluso podría afectar la integridad física de estudiantes, profesores y personal de laboratorios.⁹

Por tanto, el software LabUSTA adquiere una gran importancia en la gestión de activos de los laboratorios universitarios. Sus características mencionadas anteriormente permitirán mejorar la gestión de activos en la Coordinación de

Laboratorios, el registro de mantenimientos y la generación de estadísticas. Esta herramienta se convertirá en un recurso vital para la toma de decisiones, beneficiando la prestación del servicio, el factor económico, la protección de los equipos y la integridad física de los miembros de la universidad.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Diseñar y programar el software LabUSTA con el lenguaje de programación C# mediante la plataforma .NET, para ser usado como herramienta de apoyo en la gestión de activos de la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás seccional Villavicencio.

4.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar la base de datos centralizada mediante la estructura SQL para permitir la generación de estadísticas a partir de la información almacenada.
- Desarrollar seis (6) módulos: usuarios, inventarios, prácticas, préstamos, registros de mantenimientos y estadísticas, que se integran en un programa central para su ejecución mediante una interfaz gráfica minimalista de un único punto de acceso de la información para la gestión de activos.
- Elaborar un manual de usuario que explique el manejo del aplicativo LabUSTA.

5. ALCANCE

El aplicativo LabUSTA contribuye en los procesos de gestión de activos de la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio a través de los siguientes módulos: usuarios, inventarios, prácticas, préstamos, registro de mantenimientos y estadísticas, cada uno con sus respectivos alcances.

El módulo denominado "usuarios" establece un CRUD (acrónimo en inglés de Create Read Update Delete), que permite interactuar con la información almacenada. Es decir, se pueden crear, leer, actualizar y borrar usuarios dentro de la aplicación. El propósito de este módulo es exclusivamente la administración de los usuarios, estableciendo roles con funciones específicas. En este caso, existen tres roles: administrador, editor y usuario. El administrador puede gestionar usuarios, administrar información y generar reportes. El editor puede administrar información y generar reportes. El usuario solo puede generar reportes.

El siguiente módulo, inventarios, también utiliza un CRUD, permitiendo administrar la información necesaria para identificar los recursos de los laboratorios. Se pueden ingresar códigos de identificación, fotos, pictogramas y elementos de seguridad. Además, se generan hojas de vida y fichas técnicas en formato PDF, utilizando plantillas establecidas por la Coordinación de Laboratorios.

En el módulo de prácticas, se utiliza nuevamente un CRUD. Sus principales funciones son la creación, asistencia y programación de horarios de las prácticas. Este módulo se complementa con formularios web que permiten a los estudiantes registrar su asistencia y a los profesores solicitar la programación de las prácticas a la Coordinación de Laboratorios, además de visualizar la asistencia de los estudiantes. También se pueden crear y eliminar facultades, docentes y espacios académicos, y asignar elementos necesarios para las prácticas. Todo esto con el objetivo de generar estadísticas.

El siguiente módulo, préstamos, permite generar un reporte en formato PDF que registra las horas de uso de los activos fijos por laboratorio. Los profesores pueden registrar el tiempo de uso los equipos que deseen utilizar a través de un formulario web.

En el módulo denominado registro de mantenimientos, se registran todos los mantenimientos realizados a los activos fijos, con el fin de llevar un histórico en la hoja de vida de cada equipo. También se utiliza una operación CRUD para administrar esta información.

Por último, el módulo de estadísticas permite generar reportes en formato PDF para representar la información almacenada. Estos reportes incluyen: asistencia de prácticas por facultad y semestre, costos de equipos existentes y por comprar por

laboratorio, prácticas realizadas por laboratorio, inversiones por año y laboratorio, y mantenimientos por año y laboratorio.

Dentro del alcance del proyecto, se trabajará con la información proporcionada por la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio. No se incluye el levantamiento de información de inventarios, la elaboración de prácticas de laboratorio, el levantamiento de mantenimientos, la estandarización de estos datos, entre otros aspectos, que ya se utilizaran los existentes y el aplicativo permitirá continuar con el registro y actualización de la información. Se crean tablas en Excel compatibles con la base de datos de LabUSTA para ingresar la información actual y alimentar el programa. Además, se desarrollan formularios de apoyo para los módulos mencionados.

6. MARCO DE REFERENCIA

El desarrollo de la tecnología ha facilitado todos los procesos empresariales. Una organización que no cuenta con las herramientas tecnológicas suficientes poco a poco estará en desventaja frente a las otras, por esta razón, es importante desarrollar recursos informáticos para facilitar las actividades del día a día. Existen varios tipos de herramientas empresariales que brindan soporte administrativo y técnico. Algunas de las tecnologías empresariales más frecuentes en materia de operación, producción, seguridad y comunicación son: inteligencia artificial, Big Data, Cloud Computing, simulaciones, robótica y realidad aumentada entre otras.

Por otro lado, existen sistemas que ayudan a la administración y finanzas como los sistemas de Gestión de la Relación de los Clientes, (Customer Relationship Management - CRM), Sistemas, Aplicaciones y Productos para Procesamiento de Datos - SAP, Sistema Integrado de Administración Financiera - SIAF y Sistemas de Planificación de Recursos (Enterprise Resource Planning - ERP).¹⁰

Todas estas tecnologías tienen como fundamento teórico la programación, se entiende como un lenguaje especial que tiene sus propias palabras y reglas gramaticales, que nos permite interactuar con una computadora, y por esto, es fundamental aprender las bases de la programación para entender cómo funcionan estas tecnologías.¹¹

6.1. MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se proporcionan los conceptos en los cuales se basa el desarrollo del aplicativo. A continuación, se habla acerca de conceptos básicos para entender la programación orientada a objetos:

Se define un objeto como una identidad virtual que interactúa mediante información a través de sus campos y métodos.¹³ Los campos son las variables que definen el estado de este.¹³ El estado son los atributos o valores del objeto en ese determinado tiempo. Los métodos son los comportamientos, acciones o funciones que definen al objeto.¹³ Y una clase es la plantilla que permite la creación de los objetos.¹³

Se aborda también que son las bases de datos, estas se definen como conjuntos de datos que se almacenan en una unidad de memoria externa, estos datos son almacenados mediante estructuras centralizadas y no centralizadas.¹⁴ Existen bases de datos centralizadas y no centralizadas. Las estructuras centralizadas o también llamadas relacionales se caracterizan ya que sus datos están unidos mediante una relación, un claro ejemplo de interpretación gráfica es una tabla con columnas y filas,¹⁴ Y las bases de datos no relacionales y no centralizadas surgen para resolver inconvenientes en escalabilidad y optimización con base en la

accesibilidad de los datos, este tipo de base gráficamente es representada mediante grafos o mapeo de columnas.¹⁵

Otros conceptos importantes son los espacios que se generan en la programación web, primero está el FRONTEND que es la parte gráfica de una página web con la que el usuario tiene interacción. Es la estructura de la página web a nivel visual, contiene los componentes, colores, animaciones, etc.³³ Por otro lado está el BACKEND que es la parte a la que el usuario no tiene acceso, y es la que validará y enviará información del FRONTEND a la base de datos, es decir, que el FRONTEND es el que le solicita la información mediante una API REST.³⁴ Y por último, está el API REST que es un método para conectar componentes y aplicaciones de microservicios con el servidor, o también, como un conjunto de reglas y métodos para la comunicación de microservicios con el servidor.³⁵

Para entender como viaja la información a través de los espacios ya mencionados se define los protocolos HTTP, por sus siglas en inglés Hypertext Transfer Protocol, o en español protocolo de transferencia de hipertexto, estos protocolos sirven para el intercambio de datos en la web a través de documentos de texto como los son los JSON.³⁶ Estos se definen por sus siglas en inglés JavaScript Object Notation o en español notación de objetos de JavaScript, este es un formato de texto muy ligero que almacena información en forma de objeto.³⁷

6.2. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del aplicativo LabUSTA se hace uso de la programación orientada a objetos con el lenguaje de programación C#.

PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS

La programación orientada a objetos es un paradigma de programación que usa como base las clases y los objetos, facilitando la creación, mantenimiento y actualización del sistema. Este estilo tiene como características esenciales de entender el polimorfismo, encapsulamiento, abstracción y herencia.¹²

Características de la programación orientada a objetos:

1. Abstracción

Permite crear la esencia de un objeto, especificando desde una clase abstracta sus características, pero no su comportamiento, es decir, los objetos podrán derivar esas características para posteriormente declarar el comportamiento individualmente, esta característica de la programación orientada a objetos permite que el desarrollador optimice el código.¹³

2. Encapsulamiento

Área de trabajo que agrupa a diferentes clases pero que interactúan entre ellas, permitiendo que el diseño del código sea estructurado y aumente su cohesión.¹³

3. Polimorfismo

Característica que permite que haya objetos con el mismo nombre, pero que su comportamiento es diferente.¹³

4. Herencia

Principio que permite la jerarquización del código mediante sus clases, y que pueden heredar métodos y campos de una clase padre a una clase hijo.¹³

PATRONES DE DISEÑO

Otro aspecto importante en la creación de LabUSTA es el implementar patrones de diseño, ya que son soluciones probadas por más programadores, permite que su diseño no sea modificado posteriormente ya que son las mejores estructuras para resolver dicho problema, facilita la legibilidad del código, en pocas palabras, hace que el programa sea escalable y seguro.²⁴

MVC

El patrón MVC (Modelo vista controlador), ver

Figura 1, es un diseño de arquitectura de software usado en aplicaciones con interfaz gráfica y manejo de datos, este patrón está implícito en las páginas web que accedemos cotidianamente, se sugiere que la estructura de programación se organice en las siguientes tres etapas¹⁸:

1. Modelo

Dentro del modelo se establecen todos los datos, es decir solo se define las propiedades y características de la aplicación.¹⁸

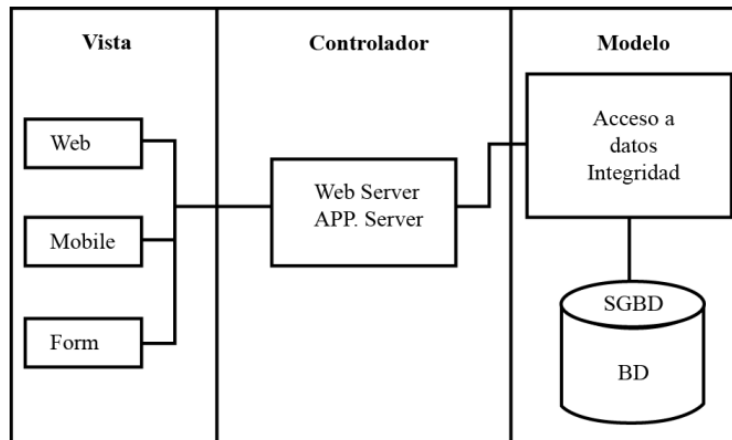
2. Vista

Se programa toda la representación gráfica que se le dará a conocer al usuario, por ende, este es el único medio por el cual el usuario podrá interactuar con la aplicación.¹⁸

3. Controlador

Es el encargado de responder las solicitudes del usuario, la capa vista le solicitará al controlador que hacer, utilizando la capa modelo, ya sea editando o leyendo información en el modelo.¹⁸

Figura 1. Patrón modelo vista controlador MVC.



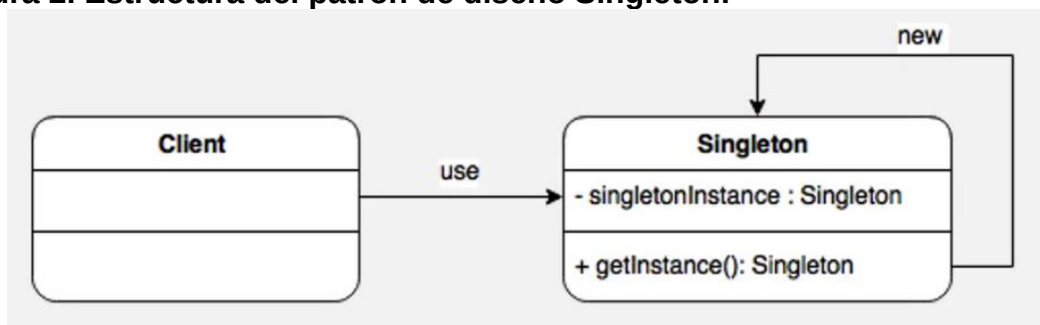
Fuente: CAMARENA SAGREDO, Jesús Gamaliel, et al. Automatización de la codificación del patrón modelo vista controlador (mvc) en proyectos orientados a la Web. En: Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva. 2012. vol. 19, no. 3, p. 239 - 250.

SINGLETON

El patrón de diseño singleton inhabilita que el usuario cree más de un mismo objeto por clase, este patrón de diseño es muy usado cuando el usuario tiene la capacidad de generar objetos de una misma clase, este evita que esto ocurra ya que se pueden generar errores y se hace a través de la generación del objeto como una instancia estática y posteriormente verificando si dicha instancia ya está creada.²⁵

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se puede observar mediante un diagrama de flujo como el cliente llama a la instancia y esta verifica si ya está creada, si no la está, la genera, pero si lo está retorna a la misma instancia.

Figura 2. Estructura del patrón de diseño Singleton.



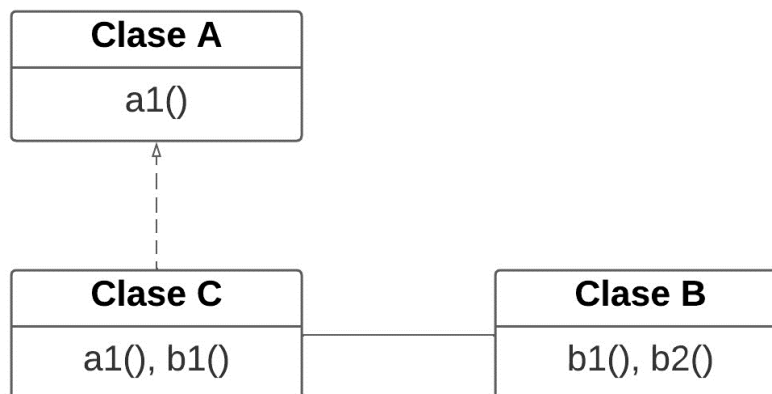
Fuente: BLANCARTE, Oscar. Singleton. Reactive Programming - arquitectura y desarrollo de software [página web]. (13, octubre, 2021). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://reactiveprogramming.io/blog/es/patrones-de-disenio/singleton>>.

DELEGATE

El patrón de diseño delegate sirve para declarar una responsabilidad dentro de un objeto que la ejecutara otro objeto de otra clase, este patrón es un complemento clave para enriquecer el patrón MVC.²⁷

En la Figura 3 se pueden observar tres (3) clases, A, B y C; la clase C hereda el método a1() de la clase A, pero el método b1() no lo hereda de la clase B, sino que lo utiliza mediante el patrón Delegate y no requiere ser heredado, se habla de herencia cuando una clase hereda los métodos de otra clase, sin embargo, no son implementados a fuerza, en cambio con el uso del delegate se establece un método a cierto método de otra clase.

Figura 3. Estructura del patrón de diseño Delegate.



Fuente: HENAO, Cristian. Ejemplo Patrón Delegate. CoDeJaVu [página web]. (30, junio, 2013). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<http://codejavu.blogspot.com/2013/06/ejemplo-patron-delegate.html>>.

PROGRAMACIÓN WEB

El software LabUSTA es complementado mediante formularios de página web, usando herramientas como HTML (por sus siglas en inglés HyperText Markup Language), CSS (por sus siglas en inglés Cascading Style Sheets) y el lenguaje de programación JavaScript. Lo nombrado anteriormente hace parte del frontend, y para el backend se usa Nodejs con su framework Express. En este entorno de programación web también se usa un patrón de diseño.

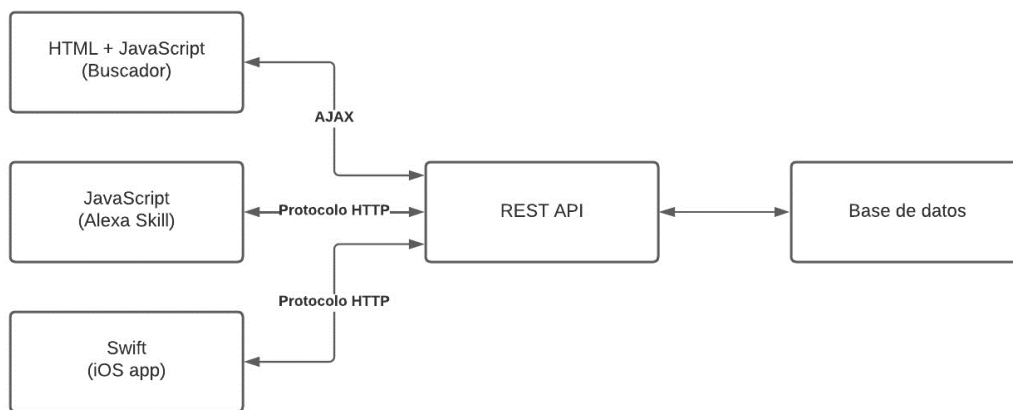
PATRÓN DE DISEÑO BFF

El BFF (por sus siglas del inglés Backend For Frontend) es un patrón de diseño de microservicios que permite acceder a las bases de datos desde un mismo punto a

diferentes clientes conectados por diferentes plataformas, aumentando la seguridad de las operaciones a la base de datos.²⁹

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se puede observar que hay tres puntos de acceso diferentes, cada uno con plataforma distinta, el primero desde un navegador, el segundo mediante Alexa y el tercero mediante una aplicación en iOS, todos realizan las peticiones a la REST API mediante protocolos HTTP, la REST API es la responsable de validar la información que solicita cada plataforma y envía la información de la base de datos, esta sirve como filtro de seguridad.

Figura 4. Diagrama de flujo del diseño de patrón BFF.



Fuente: BISBÉ, Luis. El patrón BFF: Backend for Frontend. rlbisbe @ dev [página web]. (7, agosto, 2019). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://rlbisbe.net/2019/08/07/el-patron-bff-backend-for-frontend/#:~:text=BFF%20es%20un%20patr%C3%B3n%20de,diferentes%20con%20casos%20de%20uso>>.

LENGUAJE SQL

El lenguaje de Consulta Estructurado SQL (por sus siglas del inglés Structured Query Language), es un lenguaje de programación enfocado en las bases de datos relacionales, el tipo de relación que se maneja son las tablas. Las columnas de las tablas son los atributos y las filas son las tuplas. Cada columna contiene los datos importantes o propiedades, y las filas almacenan cada valor que se le quiere dar a esa columna.¹⁵

GESTIÓN DE ACTIVOS

Para hablar de gestión de activos, primero se debe conocer que es un activo, estos son los recursos o elementos con los que cuenta una organización, donde su valor

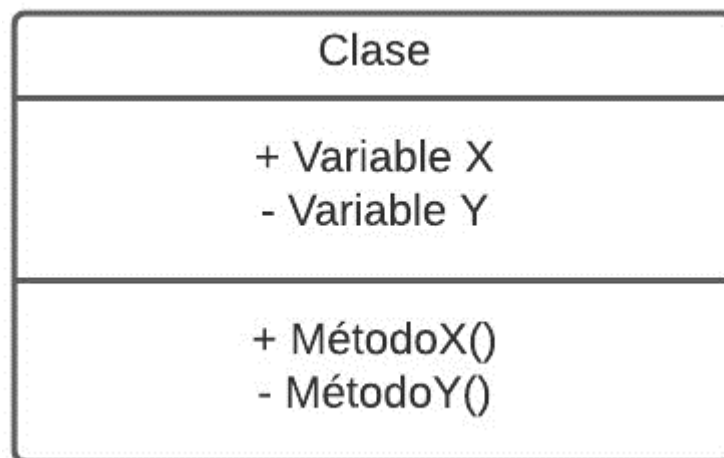
es importante para esta, entonces la gestión de activos son las actividades programadas y automatizadas mediante el cual una organización administra de forma óptima y sostenible sus activos, priorizando la disponibilidad y desempeño de estos, así también registrando todos acontecimientos de los activos para así posteriormente generar planes estratégicos. Dos de las actividades principales de la gestión de activos son los registros y mantenimientos, ya que son los pilares de esta.³⁹

DIAGRAMAS UML

El Lenguaje Unificado de Modelado es un lenguaje visual que permite representar de manera gráfica la arquitectura de sistemas de software. Este es comúnmente usado para representar los lenguajes de programación orientados a objetos.⁴⁰

En la Figura 5, se muestra la representación gráfica de una clase en UML, en el primer recuadro va el nombre de la clase, en el segundo las variables y en el tercero los métodos, los signos representan el acceso de las variables y los métodos por otras clases, si es negativo sólo la clase contenedora tendrá acceso y si es positivo otras clases pueden acceder a estos.

Figura 5. Representación gráfica de una clase.



Fuente: Autor.

Las clases tienen tipo de relaciones que se representan a través de una flecha, las asociaciones se utilizan para representar relaciones generalizadas, por lo general representan relaciones poco complejas, se hace énfasis en sólo dos relaciones, bidireccional y unidireccional.

La relación unidireccional representa cuando una clase contiene a otra clase en su campo, ver Figura 6.

Figura 6. Relación unidireccional.



Fuente: Autor.

Y la relación bidireccional es cuando las clases se pueden contener una a la otra en sus campos, ver Figura 7.

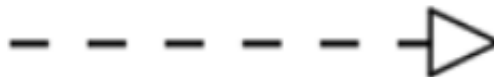
Figura 7. Relación bidireccional.



Fuente: Autor.

Por último, la relación de implementación, ver Figura 8, representa la implementación de una interfaz a una clase, la interfaz se encarga de especificar los métodos que serán implementados por una clase, sin embargo, dichos métodos no son definidos en la interfaz, si no en la propia clase.

Figura 8. Relación de implementación.



Fuente: Autor.

6.3. ESTADO DEL ARTE

La historia de las tecnologías que han avanzado para facilitar las actividades empresariales se retoma 70 años atrás, donde sus primeras apariciones se dan en el ámbito de la guerra. Estados Unidos empieza a usar programas informáticos para la administración de tareas y organización del ejército, en 1960 salen las primeras computadoras comerciales iniciando la gestión automatizada, herramientas de planificación, gestión de inventarios entre otros. Posteriormente estos sistemas evolucionan en 1970 y en 1980, con los nombres de MRP y MRP-II (por sus siglas del inglés Material Requirements Planning), estos sistemas eran usados por grandes empresas, y funcionaban a través de enormes ordenadores centrales. En 1972 se funda la empresa SAP en Alemania, creando su primer programa de contabilidad financiera en 1973. En los 90 empieza a ser usado el termino ERP (por sus siglas del inglés Enterprise Resource Planning), sistema que su función era

modular, ya que ayudaba a funciones como la producción, finanzas, contabilidad, recursos humanos, gestión de proyectos entre otros. Estos sistemas eran servicios de almacenamiento local, pero a partir del 2005 empieza a fortalecer la tendencia de almacenamiento en la nube, lo que se llama Software Cloud ayudando a disminuir los costes y facilidad de acceso a la información.¹⁹

A nivel nacional se han implementado proyectos de investigación como el realizado en la Universidad ICESI, en Cali, Colombia, titulado: “Sistemas de ERP en empresas grandes de servicios del Valle del Cauca”, en el que se analiza el impacto de los sistemas ERP de empresas grandes con sede en Santiago de Cali, donde se busca identificar características o fallas en el proceso de implementación de los sistemas ERP, beneficios, errores y soluciones. Se evaluaron 5 empresas: almacén de Retail, empresa de tecnología y servicios, un banco, desarrolladora de soluciones de software y caja de compensación, donde todas las empresas tuvieron beneficios operacionales, gerenciales, estratégicos y organizacionales, por último, se concluye que el factor de éxito es mantener unos objetivos y metas claras, que la implementación de la ERP aumenta la eficacia de los procesos, ayuda a la toma de decisiones y mejor manejo de los recursos.²⁰

Adicionalmente en la Universidad de los Andes, en Bogotá, Colombia, el proyecto de investigación titulado: “Tecnología ERP: una vista al estado del Enterprise Resource Planning en las empresas Colombianas”, en el que los objetivos fueron conocer y entender los sistemas ERP, y reconocer las necesidades tecnológicas del mercado en pequeñas y medianas empresas en Colombia en relación a los sistemas ERP mediante investigación y contacto con empresas reconocidas en el mercado, como SAP (por sus siglas del nombre alemán original Systemanalyse Programmentwicklung) e IBM (empresa estadounidense privada que provee soluciones de hardware), se concluye que las empresas que más usan estos sistemas son de tipo de servicios, comercial, financiero y manufacturera, también dando como resultado cuáles son los softwares más usados por estas empresas, siendo ZUE, Querix SISA y JDEdwards. La motivación de las empresas encuestadas en este trabajo fue mejorar el manejo de la información integración de sistemas, ser más competitivos en el mercado, ya que estos sistemas ERP ayudan a la mejor toma de decisiones, administración de los procesos, acceso a la información en tiempo real, estandarización de la información, aumento de productividad entre otras.²¹

A nivel internacional, el proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en sistemas computacionales en la Universidad Técnica del Norte, en Ibarra, Ecuador, titulado: “Proyecto de planificación recursos empresariales – ERP. Módulo de activos fijos – UTN”, el objetivo del proyecto fue desarrollar una herramienta técnica que ayuda a una eficiente administración y control de los recursos materiales de la Universidad Técnica del Norte, enfocada a la etapa del ingreso y egreso de los bienes bajo diferentes modalidades de ingreso, como bienes comprados, fabricados internamente, donaciones, permutas y comodato, también modalidades de egreso

como traslados y bajas. La elaboración de la herramienta permitió mejorar la productividad de las actividades de la gestión de los activos, ya que su método se automatizó con su implementación, mejoró la organización de la información permitiendo realizar consultas más rápido y de forma automática.²²

Adicionalmente, en la investigación “Assessing ERP Implementation Critical Success Factors”, realizada por los estudiantes de la Universidad Tarbiat Modares y Universidad Tecnológica de Lulea, Irán y Suecia, cuyo objeto fue examinar los factores que facilitan u obstruyen la implementación de proyectos ERP en las empresas, hizo referencia a 6 factores: trabajando con funcionalidad / alcance mantenido, equipo de proyecto / soporte de gestión / consultores, preparación / formación interna, lidiar con la diversidad organizacional, planificación / desarrollo / presupuestación y pruebas adecuadas. El autor realizó las investigaciones a dos empresas donde tuvo entrevistas con los gerentes de cada una y concluyó que trabajar con una ERP ayuda a optimizar las operaciones es por esto que el software que se use debe ser personalizado según las necesidades de cada empresa, mantener el alcance del software es importante para pequeñas y grandes empresas, las personas encargadas de ERP deben ser las más capacitadas dentro de la organización por ende todo el personal también debe ser capacitado, en tema de consultoría se debe tener conocimiento bastante profundo en el software y por último la solución de los errores es fundamental para su desarrollo.²³

7. METODOLOGÍA

Se desarrolla una investigación aplicada ya que su finalidad es aplicar los conocimientos ya definidos para la solución de un problema en específico, en este caso se utilizan las teorías de programación y herramientas ya establecidas para crear la solución al problema de la gestión de activos de la unidad de laboratorios de la universidad santo tomas seccional Villavicencio, es decir, el aplicativo LabUSTA.

La metodología se establece con referencia en la herramienta ya establecida en Excel, esta información es suministrada por la Coordinación de Laboratorios de la universidad Santo Tomás seccional Villavicencio. En lo que corresponde a la programación se crea el software teniendo en cuenta los patrones de diseño y el método de capas.

7.1. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y TAREAS

La ruta metodológica para la elaboración del aplicativo se representa gráficamente en la Figura 9, posteriormente se detalla cada paso.

Figura 9. Metodología para el desarrollo del aplicativo LabUSTA.



Fuente: Autor.

7.1.1 Diseño gráfico

En esta primera etapa se establece el diseño gráfico del aplicativo, se diseña el login, ventana principal estableciendo los colores, el tipo y tamaño de la letra,

organización de los módulos (Usuarios, inventarios, prácticas, préstamos, registro y planeación de mantenimientos y estadísticas), esta etapa se dedica exclusivamente al nivel estético o como se le conoce en la programación FRONTEND.

7.1.2 Sistema de jerarquía

En esta segunda etapa se diseña un sistema de usuarios con jerarquización, que cuenta con tres niveles correspondientes, espectador, editor y administrador. Este sistema también contará con una sección de usuarios donde se realizará un CRUD (por sus siglas del inglés Create Read Update Delete), para administrar todas las cuentas de los usuarios.

7.1.3 Sistema de inventarios

En la tercera etapa se crea una sección donde se puedan cargar mediante un archivo de Excel las tablas de los activos que actualmente posee la Universidad Santo Tomás, este método de guardado de datos se hace para facilitar el uso del programa ya que actualmente todo el personal maneja con facilidad las tablas de Excel. Todo activo posee la particularidad de contar con una ficha técnica, hoja de vida e historial de mantenimiento.

7.1.4 Registro de prácticas estudiantiles

En esta cuarta etapa se crea una sección en el aplicativo donde el administrador puede agregar cualquier práctica estudiantil, y a su vez se desarrolla una página donde cualquier docente puede agendar una práctica de laboratorio, indicando los equipos, materiales e insumos que requiere y la facultad. El estudiante también puede ingresar y hacer el registro de asistencia, seleccionando la facultad, práctica y el docente. Esta información servirá para hacer los reportes e informes estadísticos del uso de los laboratorios por facultad.

7.1.5 Sistemas de préstamos

El sistema de préstamos está encargado de registrar todo elemento que se preste a los estudiantes o profesores, se precisa la fecha y horas. Entre otros usos, esta información sirve de insumo para establecer el nivel de uso de los equipos y su articulación con el mantenimiento de estos.

7.1.6 Registro de mantenimientos

En esta parte se realiza el registro de los mantenimientos. Los registros de mantenimientos sirven de insumo para la hoja de vida de cada equipo. Cuando se solicita una hoja de vida de un equipo en particular, además de buscar en la base de datos principal, el programa busca la información registrada en esta sección y la presenta en la hoja de vida solicitada.

7.1.7 Sección de estadísticas

En esta etapa se crean las estadísticas ya establecidas y requeridas por el personal de laboratorios, cada estadística se caracteriza por mostrar información gráfica de cada laboratorio. Dentro de las estadísticas que se espera presentar se encuentran:

- Para las prácticas por semestre por facultad:
 1. Estadística por Docente
 2. Estadística por Espacio Académico
 3. Estadística por Laboratorio
 4. Prácticas Realizadas
- Costo de equipos (existentes y por comprar) por laboratorio.
- Porcentaje de equipos, materiales e insumos (existentes y por comprar) por prácticas de laboratorio. En el programa se ingresa los equipos, materiales e insumos suministrados por la Coordinación de Laboratorios, sin embargo, se deja la posibilidad de que se ingresen nuevas prácticas o se ajusten las propuestas inicialmente.
- Reporte de inversiones por año, por laboratorio.
- Reporte de Uso de equipos.
- Reporte de costos de mantenimientos, por laboratorio, por año.

8. GENERALIDADES DE LÓGICA DE PROGRAMACIÓN Y DE ESTRUCTURA DE DATOS

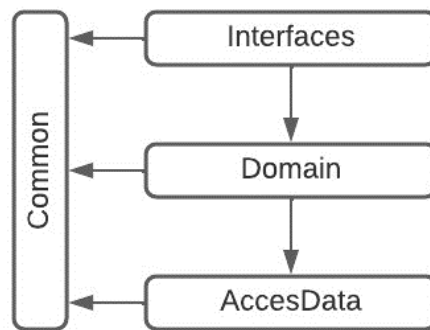
En este capítulo se muestran los diagramas de flujo y de clases UML que se utilizan para representar la estructura de programación. Cada diagrama es el mismo para todos los módulos, es por esto que solo se presenta un diagrama para cada estructura, pero este hace referencia a todos los módulos: usuarios, inventarios, prácticas, préstamos, mantenimientos y estadísticas, a través de la palabra Módulo.

También se presenta el gestor de almacenamiento de datos, estructura de la información y la relación entre estas.

8.1. LÓGICA DE PROGRAMACIÓN

El aplicativo LabUSTA es programado utilizando la arquitectura en capas o Layering, ver Figura 10.

Figura 10. Programación en capas, arquitectura de LabUSTA.



Fuente: Autor.

En la capa de interfaces están almacenados todos los formularios (vistas), los controladores y los modelos, esta capa es la que tiene interacción directa con el usuario.

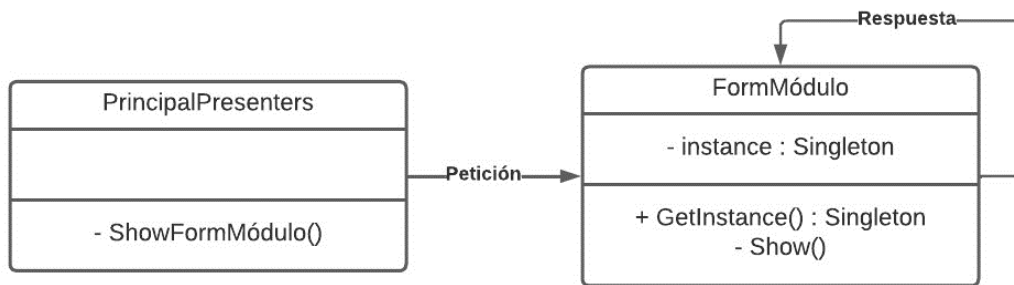
La capa Domain es la encargada de comunicar a la capa interfaces con la capa AccessData, esta capa también se encarga de asegurar la lógica implementada de interacción.

La capa AccessData es la encargada de interactuar directamente con la base de datos añadiendo, actualizando, borrando o leyendo información solicitada por la capa de interfaces a través de la capa Domain.

Por último, la capa Common, es una capa en común a la que todas las capas tienen acceso a ella, sirve para declarar variables estáticas que se usaran en las 3 capas, como las variables de los usuarios.

El patrón de diseño Singleton, ver Figura 11, es implementado para evitar que el usuario mediante el presentador (controlador) pueda abrir más de una vez el mismo formulario hijo, ya que se establece una instancia al abrir por primera vez, y si lo vuelve a llamar retoma a la instancia ya creada. Esto lo hace mediante la declaración del formulario hijo como instancia, el presentador al enviar la petición la función GetInstance() verifica que la instancia esté creada, si no lo está, la crea y si lo está retorna a la ya establecida.

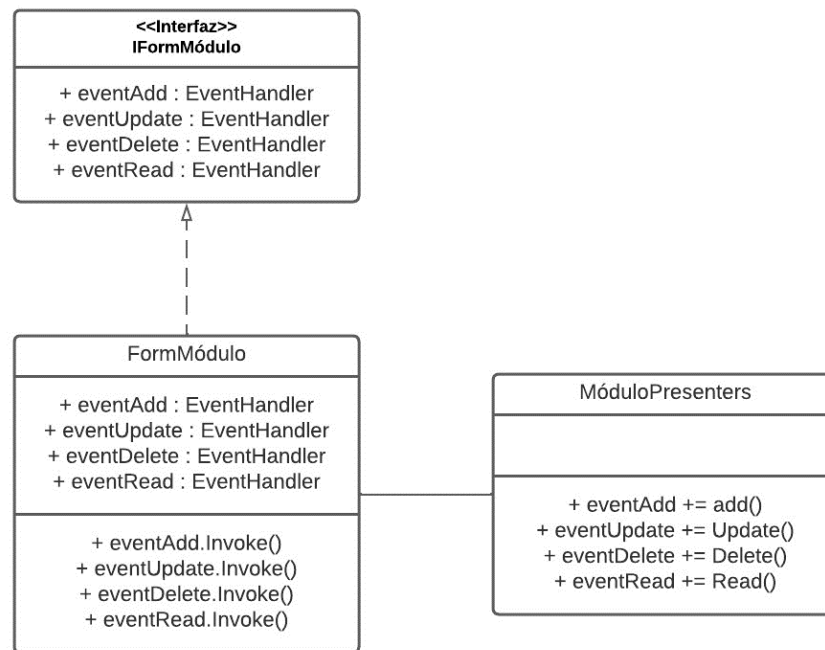
Figura 11. Patrón de diseño Singleton implementado en la visualización de formularios hijos.



Fuente: Autor.

El patrón de diseño delegate, ver Figura 12, es implementado para comunicar los formularios (vistas) con el presentador (controlador), cada uno de los formularios tiene una interfaz que debe ser implementada en él, esta incluye métodos de operación de datos, que son utilizados por el presentador mediante el método Invoke() y este método es llamado mediante los eventos clic de los botones del formulario. La interfaz IFormMódulo declara los eventos eventAdd, eventUpdate, eventDelete y eventRead, de tipo EventHandler (manejador de eventos), estos eventos son implementados en la vista FormMódulo y son llamados con el método Invoke() hacia el presentador al activarlos, posteriormente en el MóduloPresenters (controlador) son escuchados mediante el evento y este ejecuta un método, ya sea Add(), Update(), Delete() o Read().

Figura 12. Patrón de diseño Delegate implementado en la comunicación de la vista hacia el presentador.

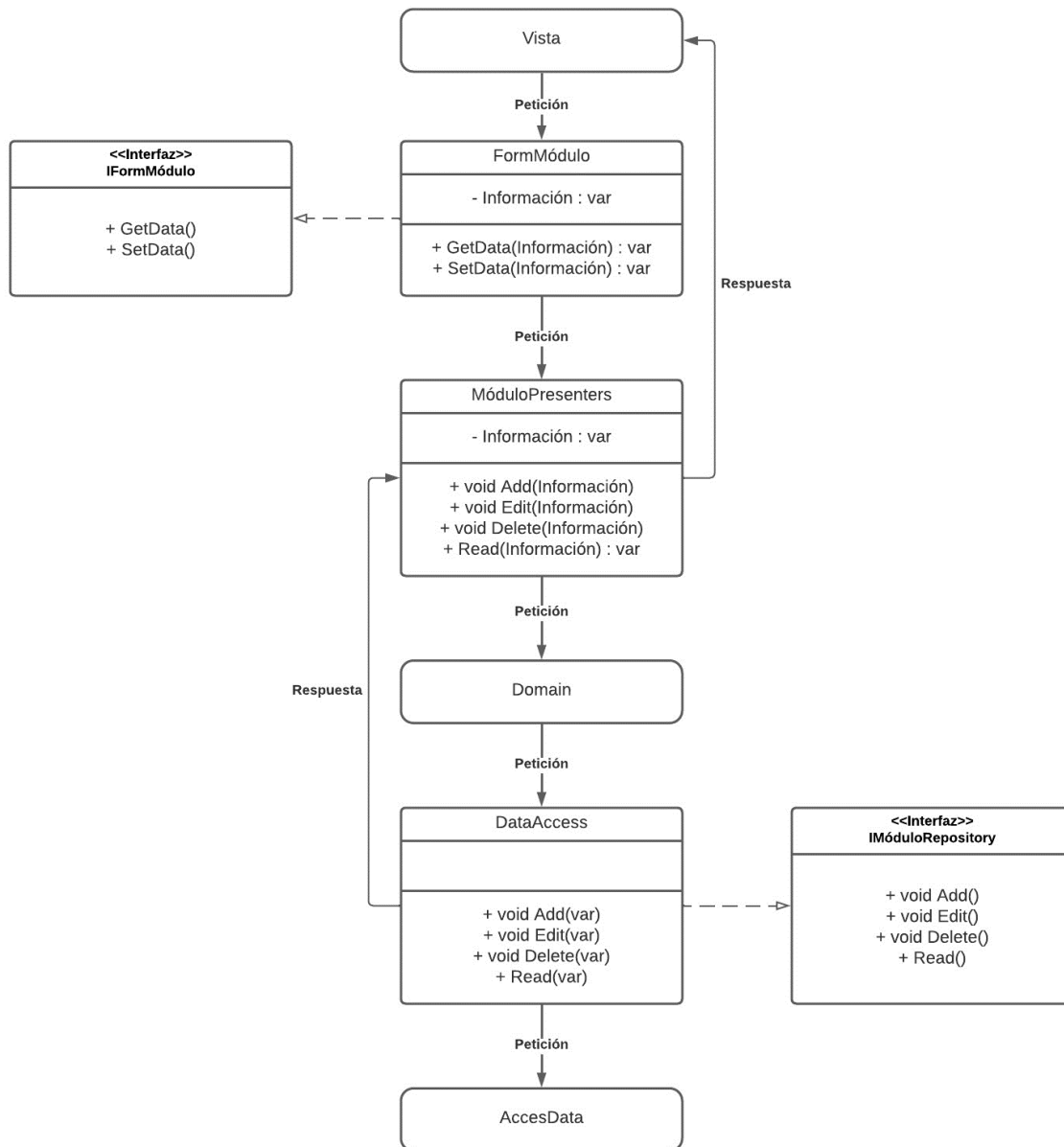


Fuente: Autor.

El patrón de diseño MVC es inicialmente implementado en la estructura de todos los formularios, sin embargo, se realiza un ligero cambio, y se opta por MVP, el controlador es remplazado por el presentador (ambos son casi lo mismo), el controlador inicialmente le da la instrucción a la vista como mostrar algo, y el presentador ahora le indica que hacer mediante la implementación de un interfaz.

Para la siguiente información ver Figura 13, en este caso el FormMódulo es la vista, y la interfaz IFormMódulo le dice que debe implementar sus métodos, `GetData()` y `SetData()`, estos métodos son los encargados de obtener y establecer la información en los elementos visuales: como el `DataGridView`, pero la información debe ser pedida al MóduloPresenters que es el presentador, este hará la petición a la clase `DataAccess`, que a su vez implementa los métodos de la interfaz `IMóduloRepository`, `Add()`, `Edit()`, `Delete()` y `Read()`, métodos para añadir, editar, eliminar y leer información de la base de datos. Al terminar la petición la clase `DataAccess` le da la respuesta al MóduloPresenters y este le indica al FormMódulo que hacer para mostrar la información.

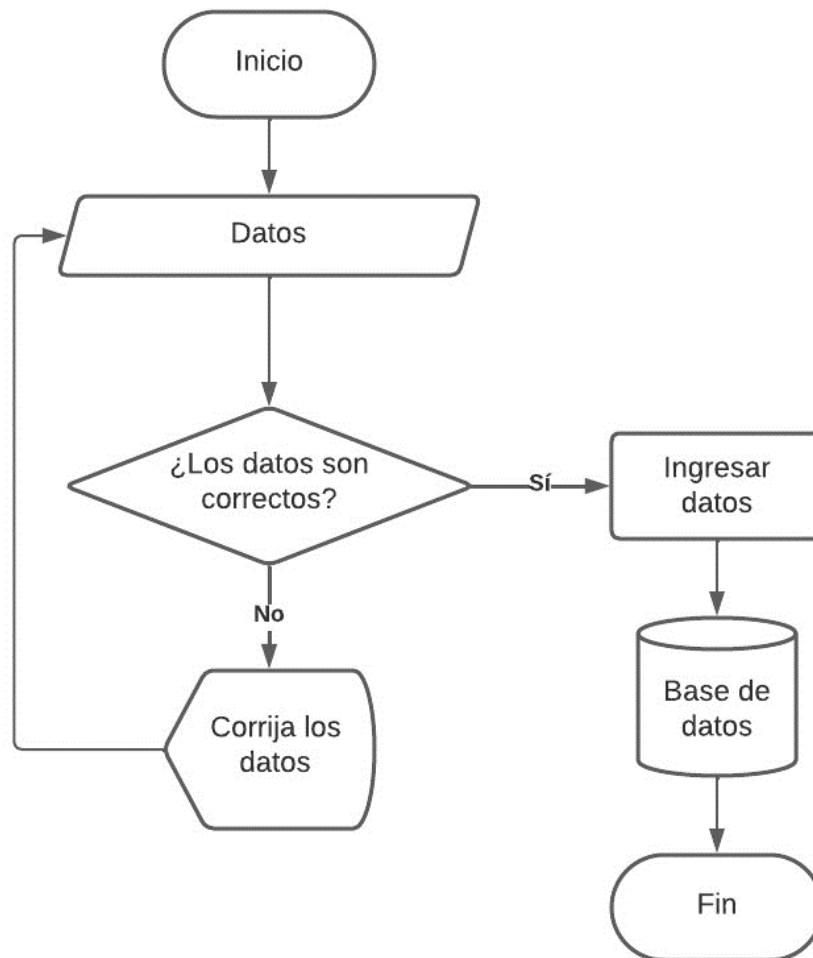
Figura 13. Estructura general de la arquitectura de programación de LabUSTA.



Fuente: Autor

Para almacenar los datos, ver Figura 14, primero se ingresan los datos en los formularios de ingreso de información, ese mismo formulario se encarga de verificar si los datos son correctos, como por ejemplo formatos de fechas, si se ingresa toda la información, etc. Al validar los datos se genera una consulta o petición a la base de datos que indica como guardar los datos ingresados.

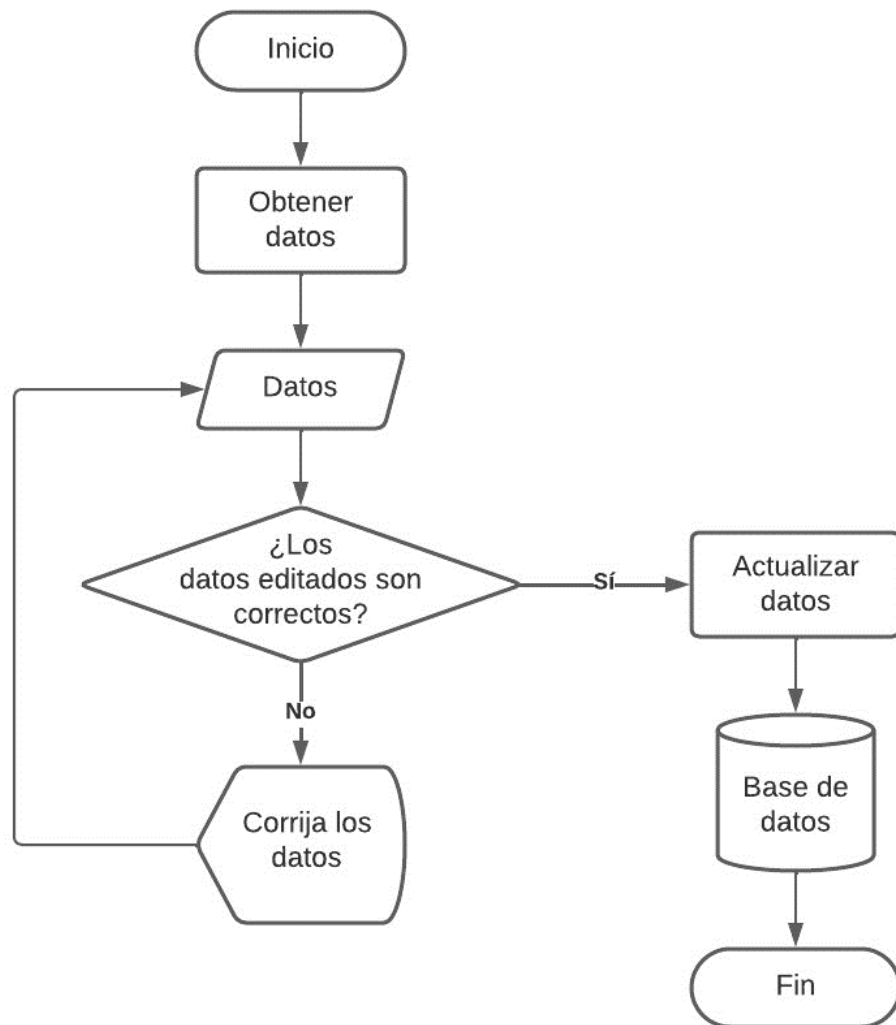
Figura 14. Diagrama de flujo para añadir información a la base de datos.



Fuente: Autor.

La estructura para actualizar los datos, ver Figura 15, es la misma que se usa para agregarlos, la diferencia es que el aplicativo debe obtener los datos de la información seleccionada para posteriormente añadirla en los campos del formulario que permite editarla, este formulario es el mismo que se muestra al añadir información.

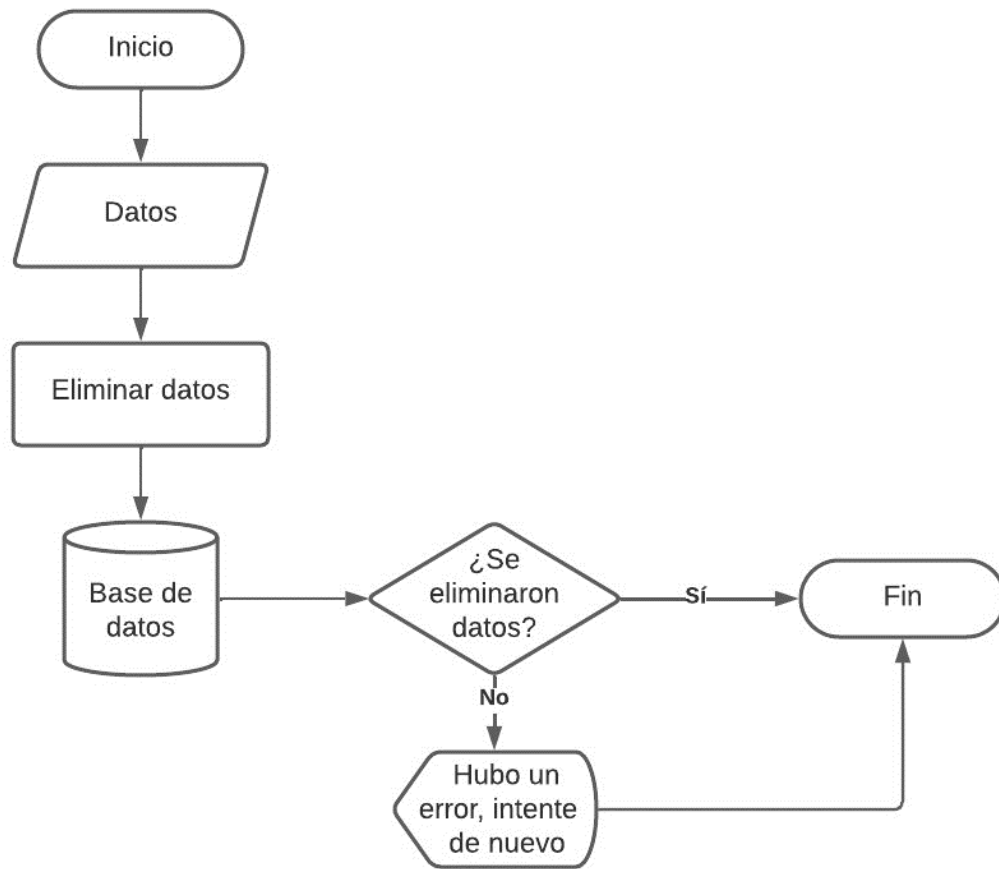
Figura 15. Diagrama de flujo para actualizar información a la base de datos.



Fuente: Autor.

Para realizar una eliminación, ver Figura 16, es necesario comenzar seleccionando los datos que se desean eliminar y, posteriormente, ejecutar una consulta a la base de datos para indicarle que elimine dichos registros, la base de datos posteriormente informa si hay cambios en ella, si esto ocurre es porque si se eliminaron datos y si no, no se eliminaron porque no existen dentro de ella, es por esto que se verifica después de la operación si se eliminaron para posteriormente comunicarle al usuario si la operación fue exitosa o no.

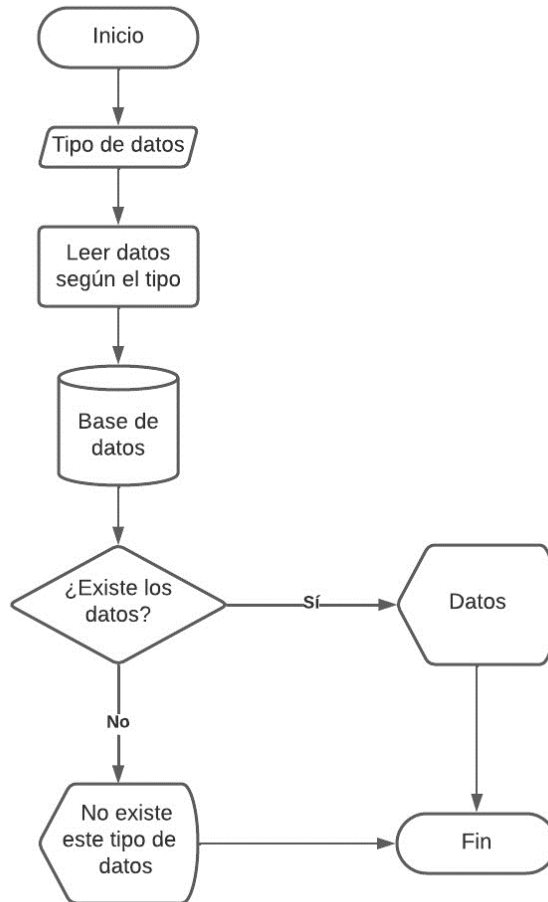
Figura 16. Diagrama de flujo para eliminar información a la base de datos.



Fuente: Autor.

Como se muestra en la Figura 17, para la lectura de datos se realiza primero la operación con la base de datos, buscando los datos relacionados con el tipo que se selecciona para su lectura, al terminar la consulta la base de datos informará si se encontró datos y le informará al usuario mostrándole los datos si los encontró y si no, le dirá que no existe.

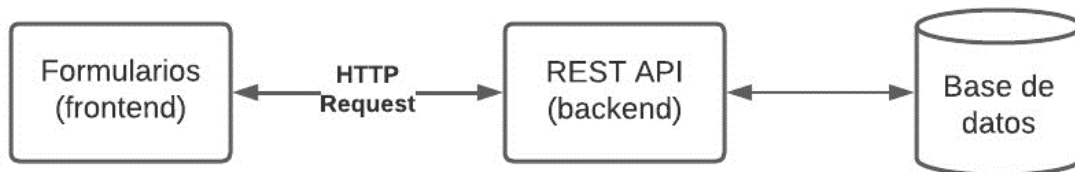
Figura 17. Diagrama de flujo para leer información a la base de datos.



Fuente: Autor.

En la Figura 18, se muestra el patrón de diseño Backend For Frontend, esta fue utilizada para aumentar la seguridad en el ingreso de información de los registros que realizan los estudiantes al registrar sus prácticas, profesores al solicitar programación de laboratorios, prestamos de recursos y verificación de asistencia de sus estudiantes.

Figura 18. Patrón de diseño BFF.



Fuente: Autor.

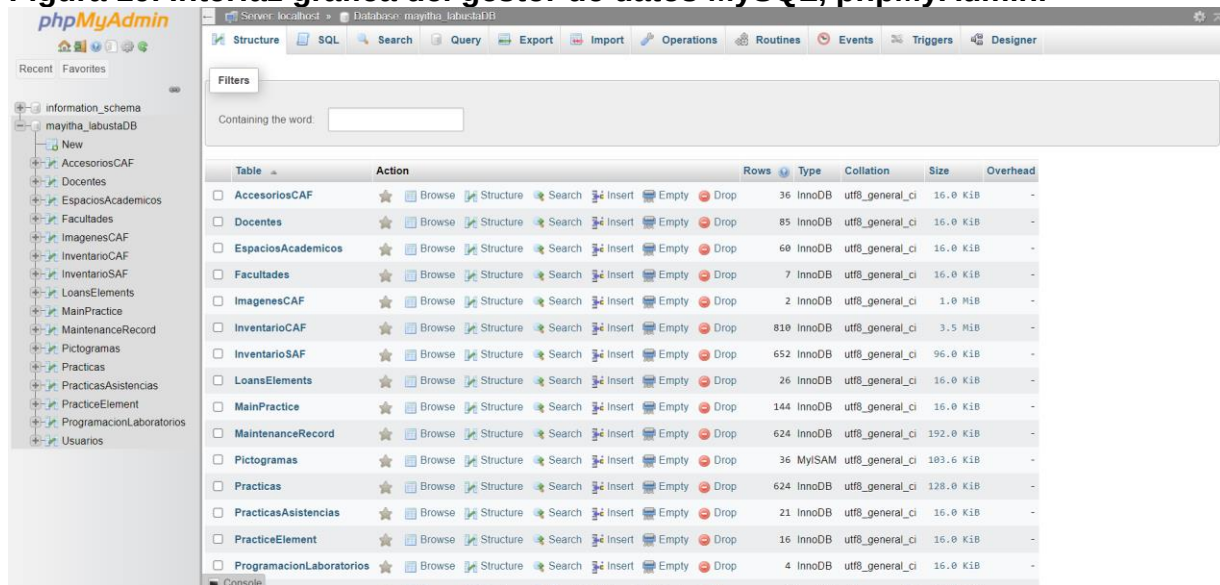
Se implementa dos métodos de petición HTTP: POST y GET:

- POST: El método POST es implementado para enviar información al servidor, este se usa cuando se quiere guardar la información de los registros de las asistencias, los préstamos de los recursos y la programación de los laboratorios.
- GET: El método GET es implementado para llenar la información de los formularios y mostrar los registros de las asistencias de los estudiantes.

8.2. GESTOR DE ALMACENAMIENTO DE DATOS

El gestor de datos utilizado para el almacenamiento de información es MySQL. La Figura 19 muestra la interfaz gráfica del gestor de datos MySQL llamada phpMyAdmin.

Figura 19. Interfaz gráfica del gestor de datos MySQL, phpMyAdmin.



Fuente: Autor.

Se utiliza MySQL por su velocidad, bajo consumo de recursos, flexibilidad y escalabilidad. Actualmente es el segundo gestor de almacenamiento de base de datos relacionales más usado, su interfaz gráfica es muy intuitiva, y su instalación es fácil.

8.3. ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN

La estructura de la información es almacenada a través de tablas, generando una relación entre variables, filas y columnas.

En la Figura 20 se muestra la estructura de la información, esta captura es tomada desde el gestor de datos MySQL, se puede observar que lo característico de esta estructura es que permite tener un identificador y su información está relacionada mediante filas y columnas.

Figura 20. Estructura de la información en tablas en el gestor de MySQL.

	ID	Name	Laboratory
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	1	Caractersticas de los Seres Vivos	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	2	Celulas Vegetales	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	3	Celulas Animales	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	4	Mitosis y Meiosis	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	5	Fotosíntesis y Respriación Celular	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	6	Protozozos, Hongos y Levaduras	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	7	Tejidos Humanos	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	8	Genética	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	9	Esterilización de Materiales y Siembra	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	10	Descripción Macroscópica y Microscópica	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	11	Pruebas Bioquímicas	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	12	Muestreo e Identificación de Coliformes en Agua	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	13	Curva de Crecimiento	Biología y Microbiología
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	14	Bioquímicas	Biología y Microbiología

Fuente: Autor.

8.4. RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN TABLAS

Se puede observar en las

Figura 21 y Figura 22 como las tablas de información están relacionadas, todas representan la misma base de datos.

La única tabla que no se incluye es la de usuarios, su papel es importante en el aplicativo ya que almacena la información de los usuarios que hacen parte de la Coordinación de Laboratorios, pero no tiene relación directa con los módulos.

9. DISEÑO GRÁFICO

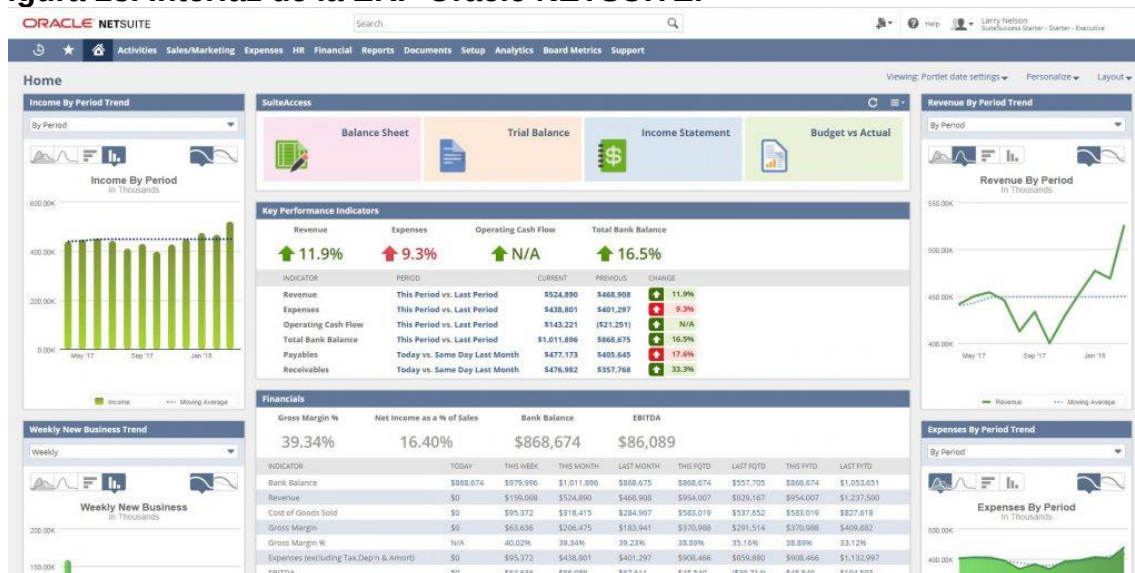
En este capítulo se muestra la metodología que se tuvo en cuenta en la elaboración del diseño de la aplicación, las herramientas, los elementos, los conceptos y los layouts que responden a la estructura de todos los módulos creados.

9.1. FASE DE ESTRUCTURACIÓN

9.1.1 Revisión de antecedentes gráficos

En la Figura 23, se puede observar dos ejemplos de interfaces y la claridad de estas, donde su principal función es presentar información estadística manteniendo armonía entre los colores y el tamaño de sus componentes visuales.

Figura 23. Interfaz de la ERP Oracle NETSUITE.



Fuente: LEAL, Carlos. ERP en Colombia: 9 alternativas | KCP Dynamics Colombia. KCP Dynamics - Partner Microsoft Dynamics 365 [página web]. (19, mayo, 2021). [Consultado el 10, mayo, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.kcpdynamics.com/blog-microsoft-dynamics/erp-colombia/>>.

9.1.2 Tiempo de ejecución y equipo de trabajo

La idea principal de la distribución gráfica de la interfaz se realiza alrededor de tres semanas, se cuenta con una sola persona encargada para el desarrollo de LabUSTA.

9.1.3 Recursos

Para el diseño del FRONTEND de la aplicación se usa .NET windows forms, este permite desarrollar el entorno gráfico dinámicamente, sin tener la necesidad de tener conocimientos de programación en el FRONTEND. Se utiliza Freeform para la creación de los bocetos.

9.1.4 Espacios de trabajo

Los espacios de trabajo se dan en el entorno de la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás seccional Villavicencio, es por esto, la importancia de que la interfaz sea amigable y con armonía de colores, esto la hace más intuitiva y facilita el uso del aplicativo.

9.2. FASE DE RECONOCIMIENTO

9.2.1 Perfil del usuario

Usuario con experiencia en gestión de activos, con habilidades en Excel y con conocimientos mínimos académicos básicos.

9.2.2 Herramientas existentes

Actualmente el software que usa el usuario es Excel, programa muy completo y a su vez complejo de usar por tener tantas funcionalidades, en el manejo de datos a mayor escala queda corto, es por esto que se propone la creación de un software que elimine estos problemas.

9.2.3 Funcionalidad

El programa se usa en la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio, aporta a la planificación de los activos fijos y a la creación de estadísticas para posteriormente ayudar a la toma de decisiones basándose en hechos objetivos.

9.2.4 Actividades

Las actividades que realizará el usuario del aplicativo es crear, leer, actualizar y eliminar información CRUD (por sus siglas del inglés, Create Read Update Delete) y generar reportes basado en esta información.

9.2.5 Información

La información que maneja el usuario son las características de los activos fijos, stocks de inventarios, historial de mantenimientos, registro de prácticas estudiantiles y prestamos de recursos.

9.3. FASE DE EXPLORACIÓN

9.3.1 Estímulos visuales

Los usuarios reaccionan mucho más a elementos gráficos en los que su función va relacionada con el color, por ejemplo, al momento de agregar información se usa el color verde y al eliminarla se usa el rojo.

9.3.2 Problemas actuales

La principal inconformidad del usuario es el tiempo que tarda Excel en procesar toda la información que cuenta la base de datos y el registro de esta.

9.3.3 Estructura de control

Como la principal función del software es realizar un CRUD de información, se establece el mismo patrón de diseño para toda la información que se va a crear, leer, actualizar y eliminar.

9.3.4 Confort visual

Al implementar una interfaz minimalista, donde los colores van relacionados con su función y la institucionalidad de la universidad, se obtiene confort por parte del usuario ya que reconoce el software como algo familiar, esto motiva el uso del software y optimiza tiempos de trabajo.

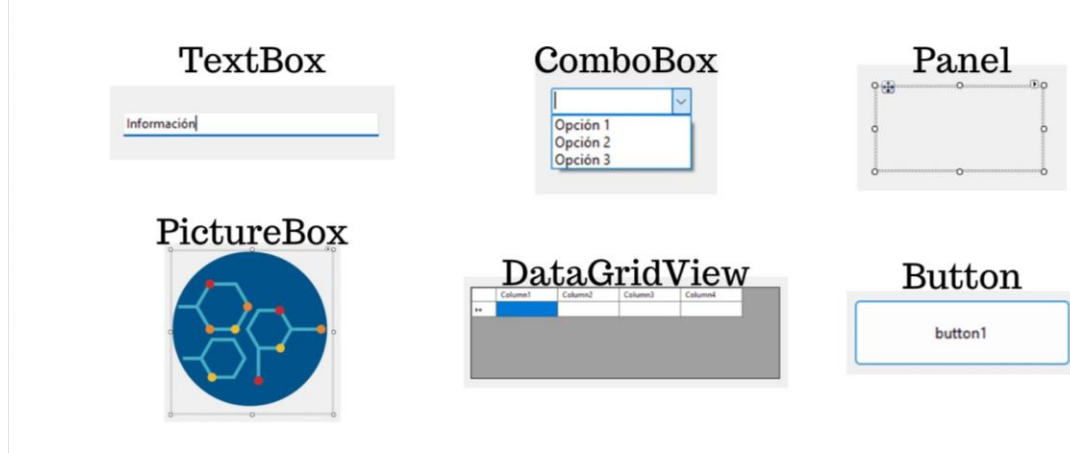
9.4. FASE DE MODELADO

CRUD de información de usuarios, activos fijos, registro de mantenimientos, registro de prácticas y préstamos, y formularios hijos para la generación de las estadísticas.

En la

Figura **24**, se muestra todos los elementos visuales que ofrece Windows Forms para crear un formulario.

Figura 24. Elementos visuales implementados en los formularios de LabUSTA.



Fuente: Autor.

9.4.1 Funcionalidades de los elementos

- **TextBox:** Ingresar información.
- **ComboBox:** Elegir información ya especificada.
- **Panel:** Posibilita la organización de los elementos.
- **PictureBox:** Permite ingresar una imagen.
- **DataGridView:** Permite visualizar información relacional, es decir en tablas.
- **Button:** Permite dar ejecución manual a algún procedimiento o función.

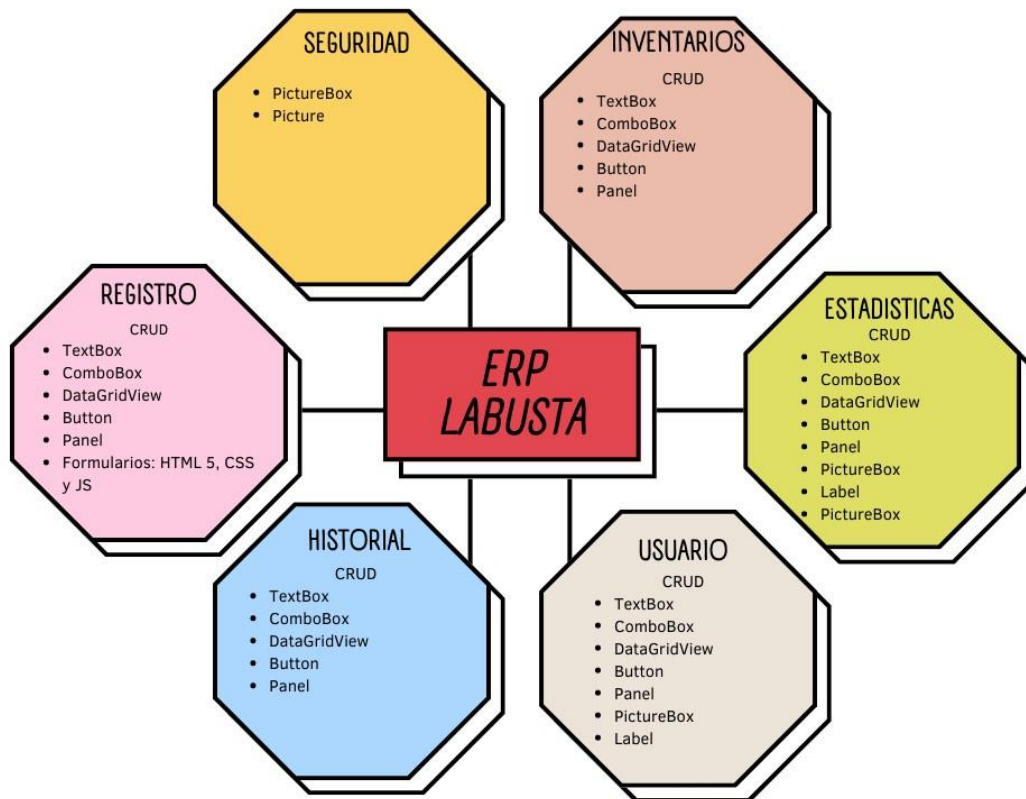
9.4.2 Determinación de los elementos

- **TextBox:** Se usa para agregar la información de los activos fijos, historial de mantenimientos, registro de prácticas y prestamos, es mediante este elemento que el usuario podrá obtener e ingresar la información.
- **ComboBox:** Se establece información ya dada por el usuario inicialmente, su uso es importante para estandarizar la información.
- **Panel:** Permite la estructura de la organización de los elementos, se usa específicamente si el usuario cambia de dimensiones la ventana del software permitiendo que no se pierda su estructura.
- **PictureBox:** Permitirá conocer los activos fijos, pictogramas, elementos de seguridad y estadísticas.
- **DataGridView:** Usado para mostrar la información de la base de datos, también para interactuar específicamente con algún ítem de la tabla.

- Button: Permite ejecutar funciones del CRUD, generar los reportes, validación de datos, entre otros.

En la Figura 25 se realiza un mapeado de los elementos visuales que conforman cada concepto visual, es decir, idea que engloba el marco de funcionalidad de un módulo o interfaz de LabUSTA.

Figura 25. Mapa de elementos visuales.

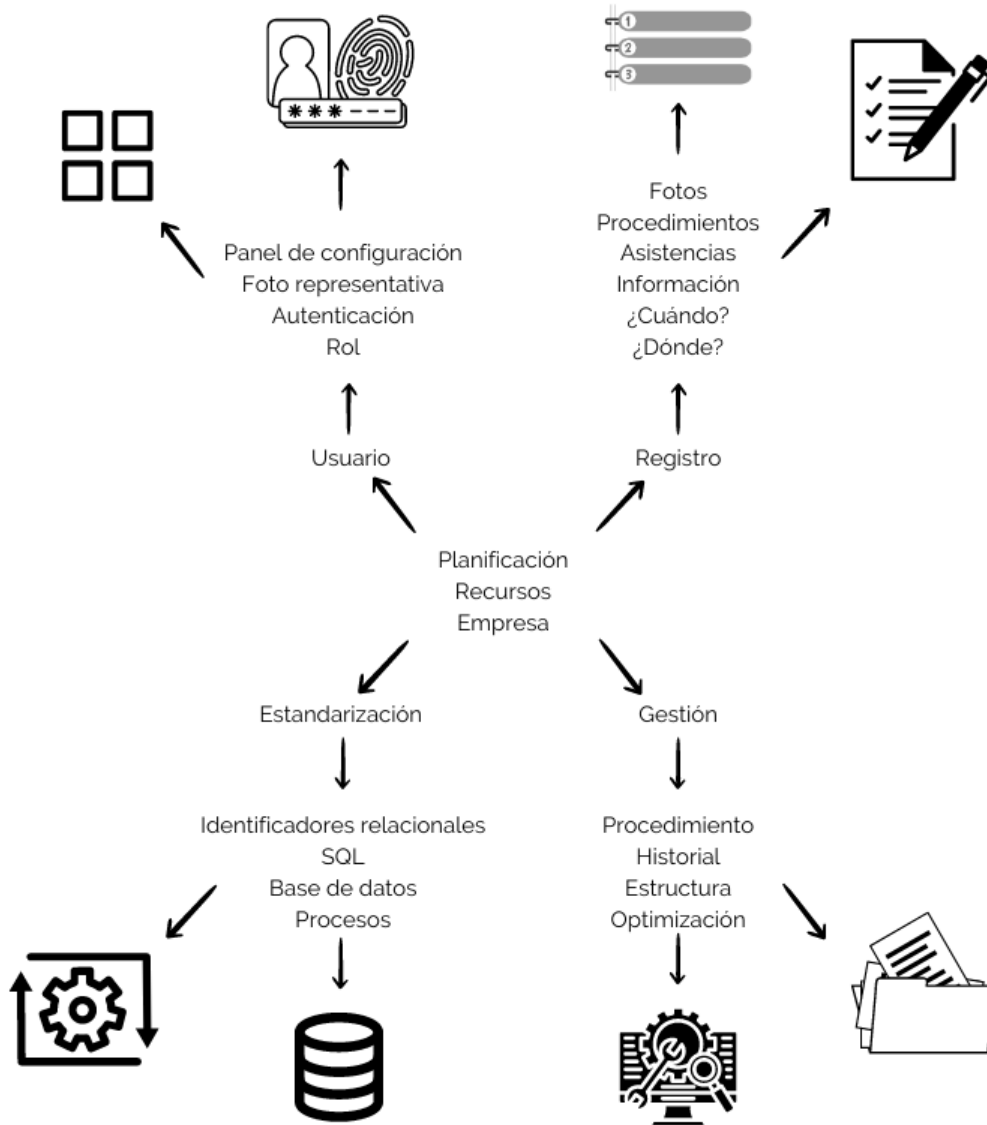


Fuente: Autor.

En la

Figura 26 se realiza un mapa conceptual de las ideas generales que genera la planificación de recursos empresariales como: usuario, registro, estandarización y gestión, derivando otros conceptos que pueden dar información para establecer componentes visuales e ideas gráficas generales del concepto.

Figura 26. Mapa conceptual de las ideas relacionadas con la interfaz gráfica.



Fuente: Autor.

9.5. FASE DE IDEACIÓN Y PROTOTIPADO

En la Figura 27 se muestra el boceto del formulario de ingreso y en la Figura 28 ya es el resultado final.

Figura 27. Layout formulario de ingreso.

Diagrama de layout del formulario de ingreso. El formulario está contenido dentro de un recuadro rectangular. En la parte superior, hay un recuadro etiquetado como 'Imagen de la universidad' y 'PictureBox'. Debajo de esto, hay dos grupos de elementos de entrada: el primero con el label 'Usuario:' y un 'TextBox'; el segundo con el label 'Contraseña:' y un 'TextBox'. En la parte inferior del formulario, hay un botón etiquetado como 'Button'.

Fuente: Autor.

Figura 28. Resultado de formulario de ingreso.

Captura de pantalla del formulario de ingreso final. La interfaz tiene un fondo azul oscuro. En la parte superior, se muestra el logo de la 'UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS' con 'LabUSTA' debajo. El formulario de login está centrado y contiene los siguientes elementos: el label 'Usuario:' seguido de un campo de texto; el label 'Contraseña:' seguido de un campo de texto; un checkbox con la etiqueta 'Mostrar contraseña'; y un botón de 'Acceder'.

Fuente: Autor.

En la Figura 29 se muestra el boceto del formulario de ventana principal y en la Figura 30 ya es el resultado final.

Figura 29. Layout formulario ventana principal.

Foto de usuario Nombre y Apellido Rango administrativo	Sección título, opciones de usuario y botón de ventana principal
Pestaña de módulos	Formulario hijo

Fuente: Autor.

Figura 30. Resultado de formulario ventana principal.



Fuente: Autor.

En la Figura 31 se muestra el boceto del formulario hijo (módulos) y en la Figura 32 ya es el resultado final.

Figura 31. Layout formulario hijo CRUD.

Diagrama de layout del formulario hijo CRUD. El formulario está dividido en tres secciones principales: una barra superior con un TextBox y un Button; un área central grande para el DataGridView; y una barra inferior con tres Buttons.

Fuente: Autor.

Figura 32. Resultado de formulario hijo CRUD.

Captura de pantalla del resultado del formulario hijo CRUD. La interfaz muestra una barra de búsqueda con el texto "Buscar usuario:" y un botón "Buscar". Debajo de la barra de búsqueda, se encuentra una tabla con los siguientes datos:

	Usuario ID	Usuario	Contraseña	Nombre	Apellido	Género	Rango	Foto
▶	7	eldaxus	No disponi...	Diego	Tornet	Masculino	Espectador	
	1	zipa13	No disponi...	Daniel	Zipa	Masculino	Admin	
*								

Debajo de la tabla, hay un área gris para el formulario de edición. En la parte inferior, hay tres botones: "Eliminar" (rojo), "Editar" (azul) y "Añadir" (verde).

Fuente: Autor.

10. SISTEMA DE JERARQUIA

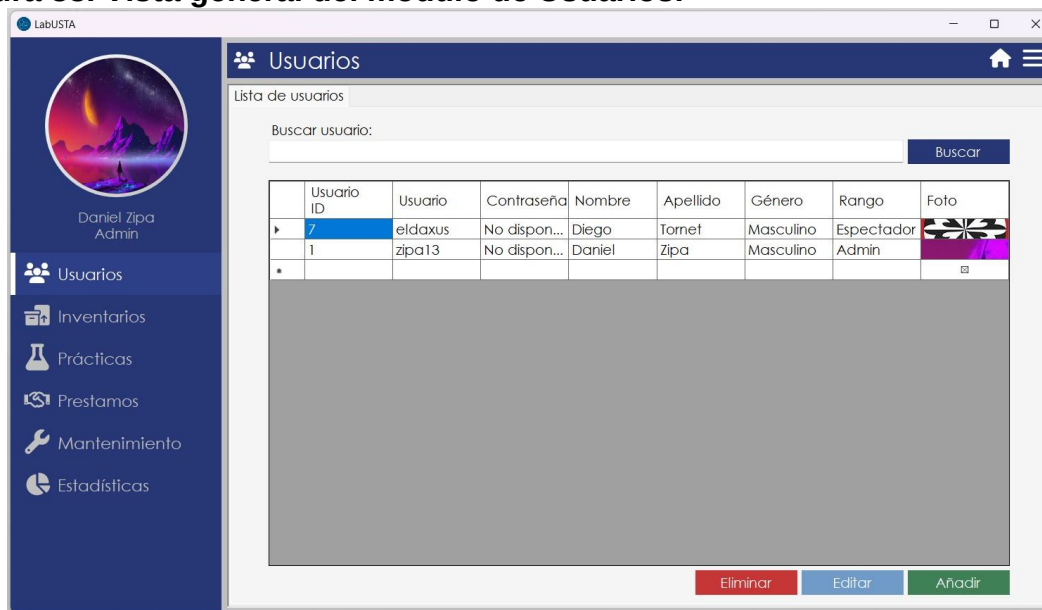
El módulo de usuario se crea con la finalidad de jerarquizar los roles dentro del personal de laboratorios, el aplicativo cuenta con tres roles: Admin, Editor y Espectador, las funciones son las siguientes:

- Admin: Administra toda la aplicación, puede crear, editar y borrar usuarios, gestiona toda la información de la aplicación y genera estadísticas.
- Editor: Gestiona toda la información de la aplicación, pero no puede cargar semillas y es capaz de generar estadísticas.
- Espectador: Solo puede generar estadísticas.

Otra particularidad del programa es que solo el administrador puede crear cuentas, es decir, no hay un sistema de registro, ya que no es necesario porque solo lo maneja el personal de laboratorios y se busca el control absoluto de las cuentas dentro de la aplicación.

En la Figura 33 se muestra la interfaz del módulo de usuarios en el aplicativo LabUSTA.

Figura 33. Vista general del módulo de Usuarios.



Fuente: Autor.

11. SISTEMA DE INVENTARIOS

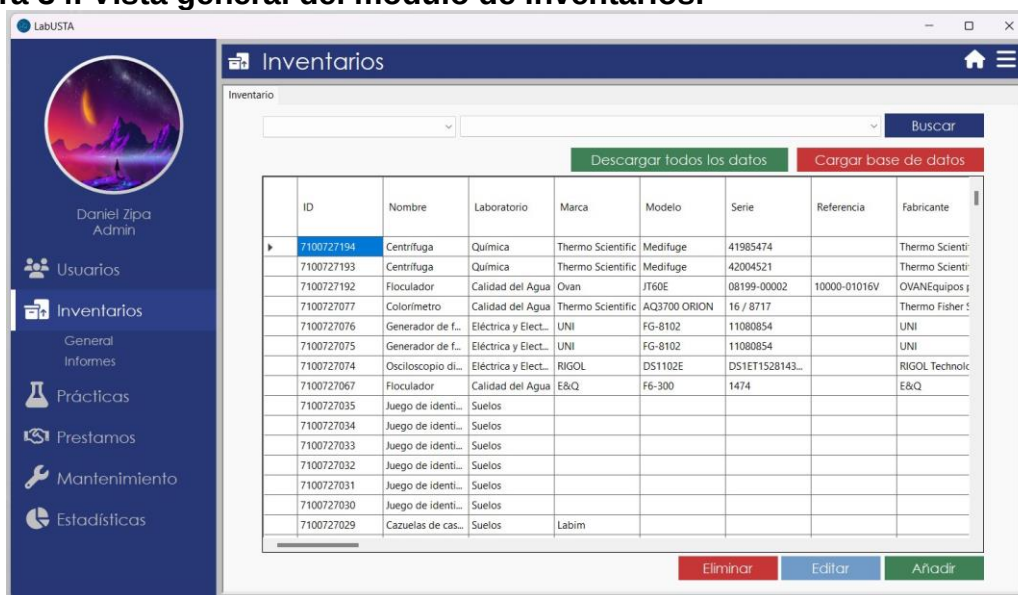
Este módulo es la puerta principal al acceso de la información del aplicativo, acá se pueden crear, leer, actualizar y eliminar los recursos de los laboratorios, ya sea con activo fijo o sin activo fijo. Se nombra recurso con activo fijo cuando este tiene un número que lo identifica dentro de los inventarios de la universidad y sin activo fijo cuando su importancia no es tan relevante como para asignarle un número de identificación.

Cada recurso con activo fijo posee información general, del proveedor, de mantenimiento, técnicos, precisión, medición y procedimiento de operación segura, además se le asigna fotos del equipo y pictogramas de elementos de protección y advertencias al uso.

Este es el único módulo que permite descargar toda la información del programa, esta se guarda en formato sql.

En la Figura 34 se muestra la interfaz del módulo de inventarios en el aplicativo LabUSTA.

Figura 34. Vista general del módulo de Inventarios.



ID	Nombre	Laboratorio	Marca	Modelo	Serie	Referencia	Fabricante
7100727194	Centrifuga	Química	Thermo Scientific	Medifuge	41985474		Thermo Scienti
7100727193	Centrifuga	Química	Thermo Scientific	Medifuge	42004521		Thermo Scienti
7100727192	Fluclador	Calidad del Agua	Ovan	JT60E	08199-00002	10000-01016V	OVANEquipos
7100727077	Colorímetro	Calidad del Agua	Thermo Scientific	AQ3700 ORION	16 / 8717		Thermo Fisher
7100727076	Generador de f...	Eléctrica y Elect...	UNI	FG-8102	11080854		UNI
7100727075	Generador de f...	Eléctrica y Elect...	UNI	FG-8102	11080854		UNI
7100727074	Osciloscopio di...	Eléctrica y Elect...	RIGOL	DS1102E	DS1ET1528143...		RIGOL Technolc
7100727067	Fluclador	Calidad del Agua	E&Q	F6-300	1474		E&Q
7100727035	Juego de identi...	Suelos					
7100727034	Juego de identi...	Suelos					
7100727033	Juego de identi...	Suelos					
7100727032	Juego de identi...	Suelos					
7100727031	Juego de identi...	Suelos					
7100727030	Juego de identi...	Suelos					
7100727029	Cazuelas de cas...	Suelos	Labim				

Fuente: Autor.

Por último, permite descargar en formato PDF la hoja de vida y ficha técnica de los recursos con activo fijo.

En la Figura 35 se muestra la hoja de vida en esta se ingresa la descripción, uso, datos generales del proveedor, de mantenimiento e historial del equipo. Esta hoja

de vida es una herramienta documental que permite unificar la información ya nombrada y permitir su lectura fácil y acceso rápido.

Figura 35. Ejemplo de hoja de vida generada por LabUSTA.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA VILLAVICENCIO		HOJA DE VIDA DE EQUIPOS				
Código: DO-VI-F-058		Versión: 6	Emisión: 25/04/2023	Página		
DESCRIPCION DEL EQUIPO						
CODIGO ACTIVO FIJO	71736817	N° FACTURA				
NOMBRE	Aparato de anillo y bola, automático	VALOR CON IVA	26083947			
UBICACIÓN	Pavimentos	FECHA DE INGRESO	16/3/2020 00:00:00			
MARCA	MATES	FECHA DE INICIO DE SERVICIO	16/3/2020 00:00:00			
MODELO		GARANTÍA (AÑOS)	0			
SERIE	B070N1/AI/0039	TIPO	Equipo			
REFERENCIA		MODALIDAD DE ADQUISICIÓN	Compra			
FABRICANTE	MATES					
USO DEL EQUIPO						
Se utiliza para curar la muestra a una temperatura constante						
DATOS GENERALES DEL PROVEEDOR						
PROVEEDOR	ANCHICO'S Tecnología e Ingeniería, S. A. S.	NIT	901,065,141-8			
CÓDIGO PROVEEDOR	0	ASESOR DE LA EMPRESA	Rodrigo Anchicos			
NÚMERO DE CONTACTO	3122447289, 5964030	E-MAIL	gerencia@anchicos.com			
DIRECCIÓN	Tv. 34 Sur #32d-55	CIUDAD	envigado			
PAÍS	colombia					
DATOS GENERALES DE MANTENIMIENTO						
PERIODICIDAD MANTENIMIENTO PREVENTIVO (DÍAS)	180					
PERIODICIDAD DE CALIBRACIÓN (DÍAS)	365					
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN						
MANUALES DEL EQUIPO	si					
MATERIALES DE LIMPIEZA	pañó seco					
ACTIVIDADES CON MATERIALES DE LIMPIEZA	revisión y limpieza					
PROVEEDORES DE MANTENIMIENTO	anchicos					
REQUISITOS E INDICACIONES POR EL FABRICANTE						
HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS						
FECHA	TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO	EMPRESA	FUNCIONARIO QUE REALIZA EL MANTENIMIENTO	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA	PERSONA DE LA COORDINACIÓN DE LABORATORIO QUE RECIBE
18/11/2022 00:00:00	Mantenimiento Correctivo y Calibración	19900000	metalandina	Jorge	Calibración en los componentes que estaban sueltos por vibración cte.	Martinez
22/2/2023 00:00:00	Calibración	1200000	Aspercol	Jaime Bernal	Se realiza mantenimiento preventivo con la finalidad de evitar averías futuras.	Elda

Fuente: Autor.

En la Figura 36 se muestra la ficha técnica, en esta se ingresa datos generales, datos técnicos, partes a inspeccionar, procedimiento de operación segura, elementos de protección personal y pictogramas de seguridad. Su finalidad es unificar la información ya nombrada y permitir su lectura fácil y acceso rápido.

Figura 36. Ejemplo de ficha técnica generada por LabUSTA.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA VILLAVICENCIO		FICHA TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN SEGURO	
Código: DO-VI-F-058	Versión: 5	Emisión: 15/08/2022	Página
DATOS GENERALES		DATOS TÉCNICOS	
Código activo fijo	71736817	Capacidad	
Nombre	Aparato de anillo y bola, automático	Peso	16 Kg
Ubicación	Pavimentos	Dimensiones	538x320x420 mm
Marca	MATES	Alimentación	Eléctrica 230V
Modelo		Potencia	50-60 Hz
Serie	B070N1/AI/0039	Temperatura	5°C-40°C
Referencia		Humedad Relativa	30%-70%
Fabricante	MATES	Altura máx.	1000 m
FUNCIÓN			
Se utiliza para curar la muestra a una temperatura constante			
PARTES A INSPECCIONAR			
1. Panel de control 2. Esferas de acero 3. Anillos de latón 4. Guía centrado de esferas 5. Soporte de anillos y bolas 6. Cable de alimentación			
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN SEGURO			
ALISTAMIENTO DE AREA DE TRABAJO			
1. Conserve el área de trabajo limpia y bien iluminada. 2. Inspecciónese antes de usar no se use si sus partes están sueltas o dañadas. 3. Úsele solamente para el propósito original.			
INSPECCION PREOPERACIONAL			
1. Para prevenir accidentes a la instrumentación despeje el área de otros materiales o personas y consérvese alerta. 2. Esté siempre muy alerta a lo que está usted haciendo todo el tiempo. Use el sentido común. No opere este equipo cuando usted ha ingerido bebidas embriagantes o sustancias psicotrópicas. 3. Inspecciónese antes de usar no se use si sus partes están sueltas o dañadas.			
PRECAUCIONES Y/O RECOMENDACIONES GENERALES			
Colocar el equipo sobre una superficie limpia, plana y firme. Una vez finalizado el ensayo se debe esperar mínimo 20 minutos para hacer el desmonte de las piezas, el equipo se encuentra a alta temperatura. En caso de falla, comunicarse con la Coordinación de Laboratorios.			
OPERACIÓN			
1. Conectar el equipo a la red eléctrica y encenderlo 2. Se llenan los anillos con el espécimen de asfalto y se llevan a baño de agua helada: agua destilada 5°C o glicerina USP 30°C durante un tiempo no menor a 25 minutos 3. Se introducen los anillos en las respectivas guías y se introducen en el marco para probetas y bolas, esto con ayuda de un beaker con el baño líquido a la temperatura anteriormente indicada 4. Se inicia el ensayo cuando la temperatura marcada por el aparato sea igual a la temperatura del baño líquido 5. Cuando se inicie el ensayo se debe tener en cuenta que la sonda para la medición de temperatura se encuentre bien ubicada, de lo contrario el ensayo no se podrá realizar 6. Se deben anotar las temperaturas de las bolas izquierda y derecha para así determinar el punto de ablandamiento 7. Una vez finalizado el ensayo, apague el equipo, desmonte todas las piezas y deje completamente limpio			
USO OBLIGATORIO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			
Uso obligatorio de guantes de seguridad	Uso obligatorio de bata	Uso obligatorio de zapato cerrado	Uso obligatorio de gafas de protección
PICTOGRAMAS DE SEGURIDAD			
Advertencia	Tensión eléctrica	Superficie caliente	Lesiones en las manos

Fuente: Autor.

11.1. ARTICULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se establece un punto de partida inicial a través de las bases de datos disponibles en la Coordinación de Laboratorios, estas son gestionadas mediante tablas en hojas de Excel. Esta información es relacionada mediante un formato de Excel que se le nombra semilla, el módulo de inventarios maneja su libro de Excel con la información semilla, este libro es alimentado por hojas de Excel, ver Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3, que posteriormente alimentara la base de datos central.

Tabla 1. Semilla de los recursos con activos fijos.

DATOS GENERALES										
ID	Nombre	Laboratorio	Marca	Modelo	Serie	Referencia	Fabricante	Otras Placas	Factura	Costo+IVA
7100723814	Calibrador Pie de Rey Digital	Concretos	Mitutoyo	IP67 CD-12"FSX	41985			703000064		\$ 1,902,400
71733931	Máquina automática doble rango	Concretos	Labim							\$ 35,700,000
7100726770	Báscula electrónica	Concretos	ADAM	AFK 1320a	AE98F151		ADAM		M73625	\$ 3,590,751
71729212	Máquina Mezzadora	Concretos	Siemens					703000075		\$ 6,570,295
703000085	Agitador Equivalente de Arena	Pavimentos	Alfa				Alfa	703000085		
71731267	Aparato viciat con aguja y Molde	Concretos	Rosenberg & Rengeneria					703000069		\$ 2,975,000
71731269	Balanza de Precisión	Pavimentos	TRUMAX	Mix-A	YS163774			703000094	2098	\$ 1,963,500
71731270	Báscula Electrónica Industrial (Axis)	Concretos	Lexus	AXIS ATZ520	129PL16005		lexus	703000077	NE191637	\$ 2,261,000
703000063	Báscula Electrónica Industrial (Mix-A)	Concretos	TRUMAX	Mix-A	YS163569			703000063		\$ 4,522,000
71731266	Esclerómetro de Rebote	Concretos	Rosenberg & Rengeneria	HT225			Rosenberg & Rengeneria	703000076	2098	\$ 2,165,800
71731268	Medidor de abrasión los Angeles	Concretos	Alfa	AG-191	160725/15		alfa	703000061		\$ 16,422,000
71731447	Aparato Biano	Pavimentos	Rosenberg & Rengeneria	RR-3810	18935			703000095		\$ 1,904,000
71731446	Aparato de Consistencia Vicat	Concretos	Rosenberg & Rengeneria	3050			Rosenberg & Rengeneria	703000070		\$ 1,785,000

Fuente: Autor.

Tabla 2. Semilla de los recursos sin activos fijos.

SIN ACTIVOS FIJOS						
ID	Nombre	Laboratorio	Precio	Tipo	Estado	Cantidad
0	Agitador de Alambre Fino	Pavimentos	\$ 250,000	Material	Por Comprar	0
1	Agua Destilada	Pavimentos	\$ 1	Consumible	Disponible	1
2	Anillos Filtrantes	Pavimentos	\$ 700,000	Material	Por Comprar	0
3	Aparato Medidor de Expansión	Pavimentos	\$ 203,000	Material	Disponible	1
4	Bomba de Vacío	Pavimentos	\$ 6,844,761	Material	Por Comprar	0
5	Cajas Metálicas	Pavimentos	\$ 195,000	Material	Disponible	48
6	Campana Extracción de Gases	Pavimentos	\$ 21,000,000	Equipo	Por Comprar	0
7	Canastillas Metálicas	Pavimentos	\$ 1,339,750	Material	Por Comprar	0
8	Capsula de Porcelana	Pavimentos	\$ 250,000	Material	Disponible	2
9	Cilindro Graduado de Plástico	Pavimentos	\$ 592,250	Material	Disponible	4
10	Cronometro	Pavimentos	\$ 60,000	Material	Por Comprar	0
11	Cubierta para Ductilometro	Pavimentos	\$ 12,000,000	Equipo	Por Comprar	0
12	Desecador	Pavimentos	\$ 0	Material	Disponible	1
13	Disco Espaciador Metálico	Pavimentos	\$ 244,000	Material	Disponible	3
14	Ductilometro	Pavimentos	\$ 102,621,870	Equipo	Por Comprar	0
15	Embudo de Boca Ancha	Pavimentos	\$ 500,000	Material	Disponible	1
16	Embudo de Inserción	Pavimentos	\$ 6,287,814	Material	Por Comprar	0
17	Equipo Rice	Pavimentos	\$ 12,016,450	Equipo	Por Comprar	0
18	Esféras de Acero	Pavimentos	\$ 1,000,000	Material	Disponible	12
19	Estopa	Pavimentos	\$ 10,000	Material	Por Comprar	0
20	Horno de Ignición	Pavimentos	\$ 43,207,184	Equipo	Por Comprar	0
21	Horno de Secado	Pavimentos	\$ 36,662,233	Equipo	Por Comprar	0
22	Juego de Calibradores	Pavimentos	\$ 900,000	Material	Por Comprar	0

Fuente: Autor.

Tabla 3. Semilla de los accesorios de los recursos con activos fijos.

ACCESORIOS						
Id activo fijo	Codigo interno	Marca	Serie	Referencia	Cantidad	Otros
71736709		TENPO	Compresor TENPO- 3560 r/min- Sr.040025			
71737079	71737079	Qihai	VISUALIZADO R FRESADORA 1			
71737068	71737079	Qihai	VISUALIZADO R FRESADORA			
71737073	71737079	Qihai	VISUALIZADO R FRESADORA			
71737081	71737079	Qihai	VISUALIZADO R FRESADORA 1			
71737074	1742	ZX45	1920003	visualizador digital		
71737071	1742	ZX45	1920003	visualizador digital		

Fuente: Autor.

La información restante como las imágenes de cada activo fijo y los pictogramas se ingresan a través de los formularios del aplicativo.

Las Figura 37 y Figura 38 son los formularios de ingreso de las imágenes que alimentan las tablas de la base de datos de los inventarios, si desea indagar más acerca de su uso consulte el manual de uso en los anexos.

Figura 37. Formulario de ingreso de las imágenes de los recursos con activos fijos.

Fuente: Autor.

Figura 38. Formulario de ingreso de las imágenes de los pictogramas de los recursos con activos fijos.



Formulario de ingreso de imágenes de pictogramas. El formulario contiene un campo para la imagen (un círculo vacío), un campo para el ID del pictograma, un campo para la descripción, un botón 'Cargar foto' con un ícono de upload, un botón 'Cancelar' con un ícono de prohibido, y un botón 'Guardar' con un ícono de guardar.

Pictogramas

Pictograma ID:

Descripción:

Cargar foto 

Cancelar 

Guardar 

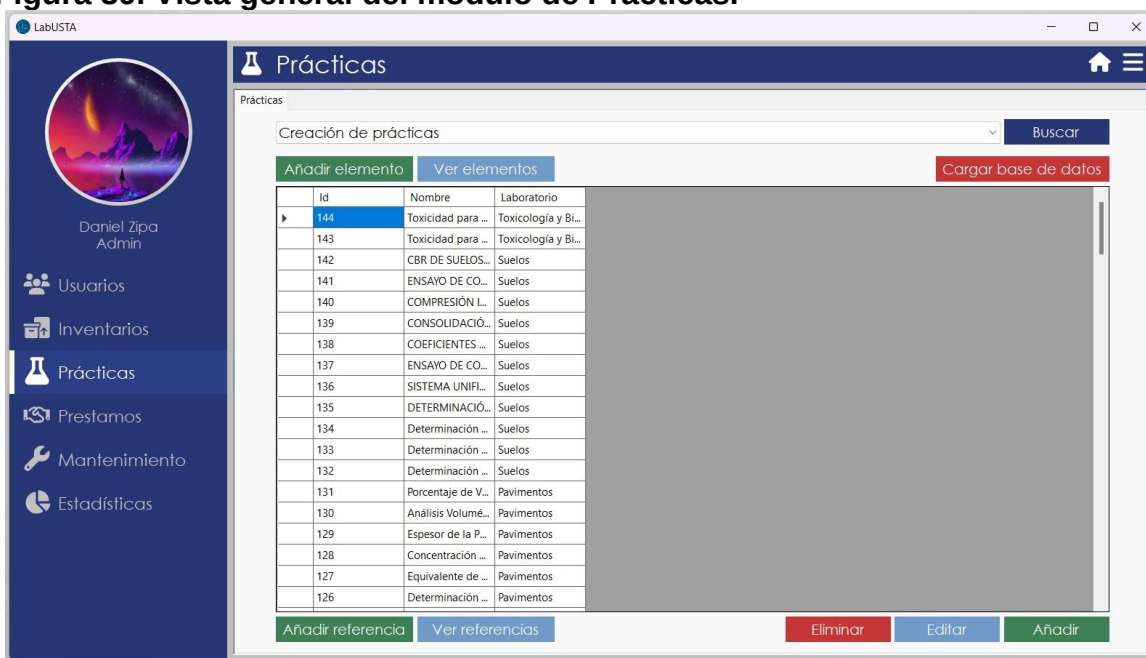
Fuente: Autor.

12. REGISTRO DE PRÁCTICAS ESTUDIANTILES

Este módulo permite crear dos tipos de prácticas, cada una cumple con diferentes objetivos, la primera se llama práctica de asistencia, la finalidad de esta es permitir al estudiante registrar su asistencia y así llevar un histórico de uso de los laboratorios, estas son creadas cada semestre y es solicitada por el profesor. La segunda son las prácticas oficiales que se establecen por laboratorio, el fin de estas es asignarle un recurso con o sin activo fijo ingresando la cantidad necesaria para realizar la práctica y así poder verificar si hay los recursos necesarios para su realización. Ambos tipos de prácticas son independientes.

En la Figura 39 se muestra la interfaz del módulo de prácticas en el aplicativo LabUSTA.

Figura 39. Vista general del módulo de Prácticas.



Fuente: Autor.

Los usuarios pueden registrar su asistencia mediante el siguiente formulario, ver Figura 40, hecho en web.

Figura 40. Formulario de registro de asistencia para los estudiantes.

Registrar Asistencia

Recuerde que los campos deben ser llenados en orden

Correo

Nombre

Primer Apellido

Segundo Apellido

Tipo de documento

Seleccione una opción

Número de Documento

Fecha

mm/dd/yyyy

Hora

Seleccione una opción

Facultad

Seleccione una opción

Espacio Académico

Seleccione una opción

Docente

Seleccione una opción

Practica de Laboratorio

Seleccione una opción

Laboratorio

Seleccione una opción

Enviar

Fuente: Autor

El módulo también permite que los profesores puedan apartar los laboratorios para programar sus prácticas, estas solicitudes son mostradas en el módulo y son solicitadas también mediante un formulario web, ver Figura 41.

Figura 41. Formulario de programación de laboratorios para prácticas.

Programación Práctica de Laboratorio

Estimado docente, diligenciar los siguientes campos con el fin de realizar la respectiva programación del laboratorio. Respetuosamente se solicita programar antes del mediodía del viernes anterior a la semana en la que se desea realizar la práctica. Desde la coordinación de laboratorios estaremos revisando el consolidado cada viernes en la tarde. Es importante detallar equipos, materiales y reactivos con sus respectivas cantidades.

Correo

Facultad

Seleccione una opción

Espacio Académico

Seleccione una opción

Docente

Seleccione una opción

Practica de Laboratorio

Seleccione una opción

Laboratorio

Seleccione una opción

Fecha

mm/dd/yyyy

Hora

Seleccione una opción

Equipos solicitados

Materiales solicitados

Reactivos solicitados

Para la siguientes opciones si no requiere escriba N/A

Enviar

Fuente: Autor.

Ya que el profesor no tiene acceso al aplicativo se crea un formulario web con la finalidad de poder verificar la asistencia de sus estudiantes, ver Figura 42.

Figura 42. Formulario para verificar las asistencias de los estudiantes.

Asistencia estudiantil

Estimado docente, seleccione en orden la facultad a la que pertenece, luego el espacio académico, luego su nombre y por ultimo la práctica para verificar la asistencia de sus estudiantes.

Facultad
Seleccione una opción ▾

Espacio académico
Seleccione una opción ▾

Docente
Seleccione una opción ▾

Práctica
Seleccione una opción ▾

Marca	Correo electrónico	Nombre	Primer apellido	Segundo apellido	Fecha	Hora
-------	--------------------	--------	-----------------	------------------	-------	------

Fuente: Autor.

Por último, también se pueden crear las referencias que son: facultades, espacios académicos y profesores.

12.1. ARTICULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La semilla de información del módulo de prácticas es alimentada por hojas en Excel que corresponden a la **Tabla 4**, Tabla 5,

Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 4. Semilla de las prácticas de laboratorio oficiales.

Nombre	Laboratorio
Microscopia	Biología y Microbiología
Características de los Seres Vivos	Biología y Microbiología
Celulas Vegetales	Biología y Microbiología
Celulas Animales	Biología y Microbiología
Mitosis y Meiosis	Biología y Microbiología
Fotosíntesis y Respiración Celular	Biología y Microbiología
Protozoos, Hongos y Levaduras	Biología y Microbiología
Tejidos Humanos	Biología y Microbiología
Genética	Biología y Microbiología
Esterilización de Materiales y Siembra	Biología y Microbiología
Descripción Macroscópica y Microscópica	Biología y Microbiología
Pruebas Bioquímicas	Biología y Microbiología
Muestreo e Identificación de Coliformes en Agua	Biología y Microbiología
Curva de Crecimiento	Biología y Microbiología
Bioquímicas	Biología y Microbiología
Técnicas de siembra de microorganismos	Biología y Microbiología
Análisis de muestras ambientales	Biología y Microbiología
Análisis microbiológico de aguas por la técnica del Número Más Probable (NMP)	Biología y Microbiología
Medición de Ruido	Calidad de Aire
Emisiones Vehiculares	Calidad de Aire
Medición de Material Particulado	Calidad de Aire
Medición de rac de gases	Calidad de Aire

Fuente: Autor.

Tabla 5. Semilla de los espacios académicos.

Facultad	Espacio Académico
Psicología	Aprendizaje y Memoria II
Psicología	Evaluación infantil
Psicología	Neurociencias
Psicología	Psicobiología
Psicología	Psicología de la personalidad
Psicología	Semillero de Investigación
Psicología	Sensopercepción
Arquitectura	Construcción I
Arquitectura	Énfasis II
Arquitectura	Estructuras II
Arquitectura	Fundamentación Técnica
Ingeniería Ambiental	Biología
Ingeniería Ambiental	Calidad del Aire
Ingeniería Ambiental	Electroquímica Ambiental
Ingeniería Ambiental	Física de Ondas, Fluidos y Calor
Ingeniería Ambiental	Física Mecánica
Ingeniería Ambiental	Geología y Edafología
Ingeniería Ambiental	Gestión Ambiental de Procesos Industriales
Ingeniería Ambiental	Hidrología
Ingeniería Ambiental	Introducción a la Ingeniería Ambiental

Fuente: Autor.

Tabla 6. Semilla de los docentes.

Facultad	Espacio Académico	Nombre del Docente
Arquitectura	Fundamentación Técnica	Molina Benavides Juan David
Arquitectura	Fundamentación Técnica	Alfonso Juan Pablo
Arquitectura	Fundamentación Técnica	Facundo Jaime
Arquitectura	Fundamentación Técnica	Gil Nicolas
Arquitectura	Construcción I	Molina Benavides Juan David
Arquitectura	Construcción I	Rueda Jose
Arquitectura	Construcción I	Mateus Sebastian
Arquitectura	Construcción I	Yepes Pablo
Arquitectura	Construcción I	Rueda Jose
Arquitectura	Estructuras II	Larrotta Forero Rafael Andrés
Arquitectura	Énfasis II	Yepes Pablo
Ingeniería Civil	Acueductos y Alcantarillados	Acosta Sabogal Ivan Dario
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Correa Muñoz William Efreem
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Díaz Valencia Giovanni
Ingeniería Civil	Física Mecánica	Díaz Valencia Giovanni
Ingeniería Civil	Mecánica de Fluidos	Lara Pérez Mónica Yineth
Ingeniería Civil	Tubería y Canales	Lara Pérez Mónica Yineth
Ingeniería Civil	Mecánica de Suelos	Lozano Pérez Emiro Andrés
Ingeniería Civil	Hidrología	Mahecha Núñez Javier Yesid
Ingeniería Civil	Topografía y Cartografía	Martínez Gómez Joe Alexander
Ingeniería Civil	Topografía y Fotogrametría	Martínez Gómez Joe Alexander

Fuente: Autor.

Tabla 7. Semilla de las prácticas registradas para la asistencia de los estudiantes.

Facultad	Espacio Académico	Nombre del Docente	Práctica Laboratorio	Laboratorio	Fecha	Periodo
Ingeniería Civil	Acueductos y Alcantarillados	Acosta Sabogal Ivan Dario	Vertederos	Hidráulica	2022	2
Ingeniería Civil	Acueductos y Alcantarillados	Acosta Sabogal Ivan Dario	Simulador de Rios	Hidráulica	2022	2
Ingeniería Civil	Acueductos y Alcantarillados	Acosta Sabogal Ivan Dario	Vertederos	Calidad del agua	2022	2
Ingeniería Civil	Acueductos y Alcantarillados	Acosta Sabogal Ivan Dario	Simulador de Rios	Calidad del agua	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Introducción a la Electricidad y Magnetismo	Eléctrica y Electrónica	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Resistencia	Eléctrica y Electrónica	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Ajustes estadísticos y graficas	Eléctrica y Electrónica	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Carga y descarga de cuerpos	Eléctrica y Electrónica	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Cubeta de ondas eléctricas	Eléctrica y Electrónica	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Circuitos	Eléctrica y Electrónica	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Circuito en serie	Eléctrica y Electrónica	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Montaje de circuitos	Eléctrica y Electrónica	2022	2
Ingeniería Civil	Electricidad y Magnetismo	Camacho Hernández Ronal Eliecer	Circuito paralelo	Eléctrica y Electrónica	2022	2

Fuente: Autor.

La

Figura 43 es el formulario de ingreso de los elementos requeridos en una práctica oficial, también se puede indagar más sobre el funcionamiento en el manual de uso en la sección de anexos.

Figura 43. Formulario de ingreso de los elementos requeridos para cada práctica oficial.

Agregar elemento

Activo fijo

Id practica:

Laboratorio:

141

Suelos

Tipo:

Elemento:

Cantidad:

0

Cancelar

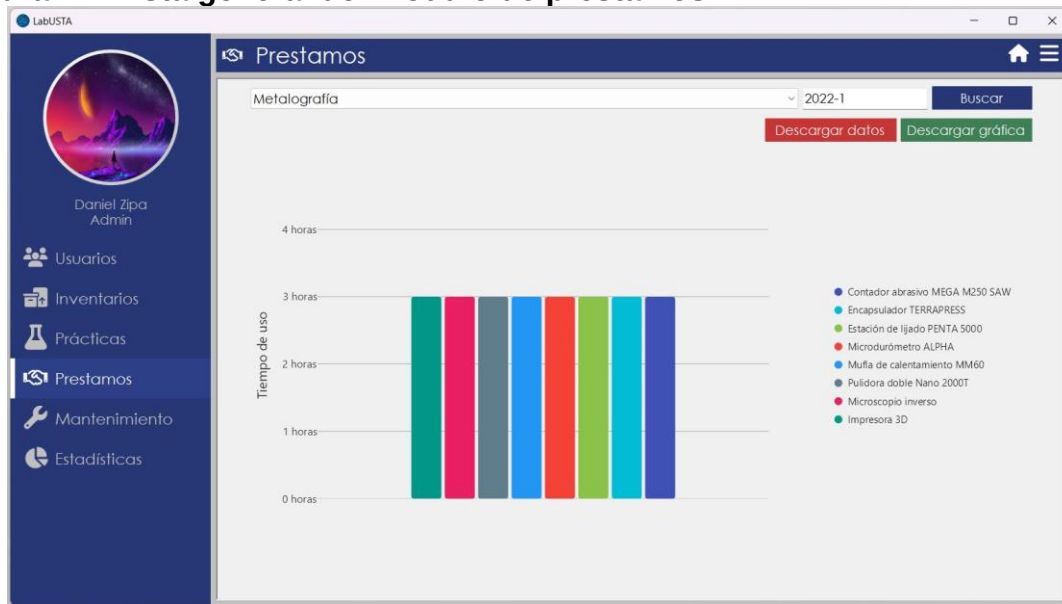
Guardar

Fuente: Autor.

13. SISTEMAS DE PRÉSTAMOS

En el módulo de préstamos, ver Figura 44, se muestra el uso de los equipos con respecto a los préstamos que se realizan mediante la solicitud de los profesores a través del siguiente formulario web, ver Figura 45.

Figura 44. Vista general del módulo de préstamos.



Fuente: Autor.

Figura 45. Formulario para solicitar préstamo de recurso de los laboratorios.

Uso de equipos en laboratorios

Recuerde que los campos deben ser llenados en orden

Correo

Fecha

Hora

Facultad

Equipo Académico

Docente

Practica de Laboratorio

Laboratorio

Equipos disponibles

Tiempo de uso

Fuente: Autor.

El profesor debe llenar el formulario en orden y así mismo le saldrán los equipos disponibles del laboratorio seleccionado.

El usuario podrá descargar la gráfica generada, igual a la que se muestra en el formulario hijo, o si la información no se ve bien representada en la gráfica el usuario podrá descargar un reporte donde se ve detallada la información, ver Figura 46.

Figura 46. Ejemplo de reporte de uso de los recursos del laboratorio de pavimentos.

REPORTE DE USO DE LOS RECURSOS DEL LABORATORIO: PAVIMENTOS, PERIODO 2023-1

La Tabla No. 1 muestra el uso por horas de los recursos del laboratorio de Pavimentos en la Universidad Santo Tomás, seccional Villavicencio.

Tabla No. 1. Información detallada del uso de los equipos.

Activo fijo	Nombre	Tiempo (horas)
703000092	Centrifuga	3
703000085	Agitador Equivalente de Arena	0
71736827	Set de compactación para ensayo marshall	0
71736826	Mordaza marshall de 6"	0
71736825	Módulo de software NEXT para ensayos Marshall. Licencia de software Marshall	3
71736824	Módulo de software NEXT para ensayos CBR/LBR. Licencia de software Marshall	0
71736823	Máquina Triaxial Master Loader	0
71736822	Baño de agua digital	0
71736821	Viscosímetro Rotacional	0
71736820	Copa Cleveland (punto de llama) eléctrica de taza abierta	3
71736819	Balanza de Precisión electrónica	3
71736818	Balanza de Precisión electrónica	0
71736817	Aparato de anillo y bola, automático	0
71736815	Penetrómetro universal con indicador digital	0
71736758	Balanza de Precisión	0
71736757	Balanza de Precisión	0
71736756	Báscula de sobresuelo BAXIC	0
71736755	Báscula de sobresuelo BAXIC	0
71736754	Balanza de Precisión	0
71736753	Balanza de Precisión	0
71736752	Balanza de Precisión	0
71736751	Balanza de Precisión	0
71736750	Báscula de sobremesa HOUSTON 22T	3
71736749	Báscula de sobremesa HOUSTON 22T	0
71736738	Horno de aire forzado, control digital	0
71735927	Báscula de sobresuelo	0
71731447	Aparato Blaine	0
71731445	Deformímetro Digital	0
71731444	Deformímetro Digital	0
71731443	Deformímetro Digital	0
71731442	Deformímetro Digital	0
71731441	Deformímetro Digital	0
71731440	Extractor de Nucleos DD 130-RIG	0
71731269	Balanza de Precisión	0
Total general		15

Fuente: Coordinación de laboratorios junio 2023

Fuente: Autor.

14.REGISTRO DE MANTENIMIENTOS

El módulo de mantenimientos, ver Figura 47, tiene como finalidad únicamente registrar los mantenimientos de los recursos con activos fijos.

Figura 47. Vista general del módulo de mantenimientos.

ID	Fecha	Activo fijo	Nombre	Laboratorio	Tipo	Precio	Empresa	Funcionario
624	2023-02-01 00...	71732545	Canal Hidraulic...	Hidraulica	Mantenimiento ...	0	Nuevos recursos	Camilo zanc
623	2022-05-27 00...	71736472	Multiparametro...	Calidad de agua	Mantenimiento ...	0	ABC Biomedicos	Olga Lucia I
622	2022-12-15 00...	71733180	Cabina extracto...	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
621	2022-12-15 00...	71732516	Plancha de Cale...	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
620	2022-12-15 00...	71731265	Báscula Electr...	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
619	2022-12-15 00...	7100727194	Centrifuga	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
618	2022-12-15 00...	7100727193	Centrifuga	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
617	2022-12-15 00...	71733931	Máquina autom...	Concretos	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Luis Calixto
616	2022-12-14 00...	703000298	Simulador de RL...	Hidraulica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Erika lavad
615	2022-12-14 00...	703000299	Banco hidraulic...	Hidraulica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Erika lavad
614	2022-12-14 00...	71734001	Mufia	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
613	2022-12-14 00...	71733709	Agitador Vortex	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
612	2022-12-14 00...	71733710	Agitador Vortex	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
611	2022-12-14 00...	7100723820	Baño Serológico	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
610	2022-12-14 00...	7100723647	Plancha de cale...	Quimica	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
609	2022-12-14 00...	71733181	Cabina extracto...	calidad de agua	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
608	2022-12-14 00...	71729166	Nevera	calidad de agua	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Adriana Tov
607	2022-12-14 00...	71729212	Máquina Mezl...	Concretos	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Luis Calixto
606	2022-12-14 00...	71731268	Medidor de str...	Concretos	Mantenimiento ...	0	Coordinacion d...	Luis Calixto

Fuente: Autor.

14.1. ARTICULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La semilla de información del módulo de mantenimientos es alimentada por una hoja en Excel que corresponde a la Tabla 8.

Tabla 8. Semilla de los registros de mantenimientos.

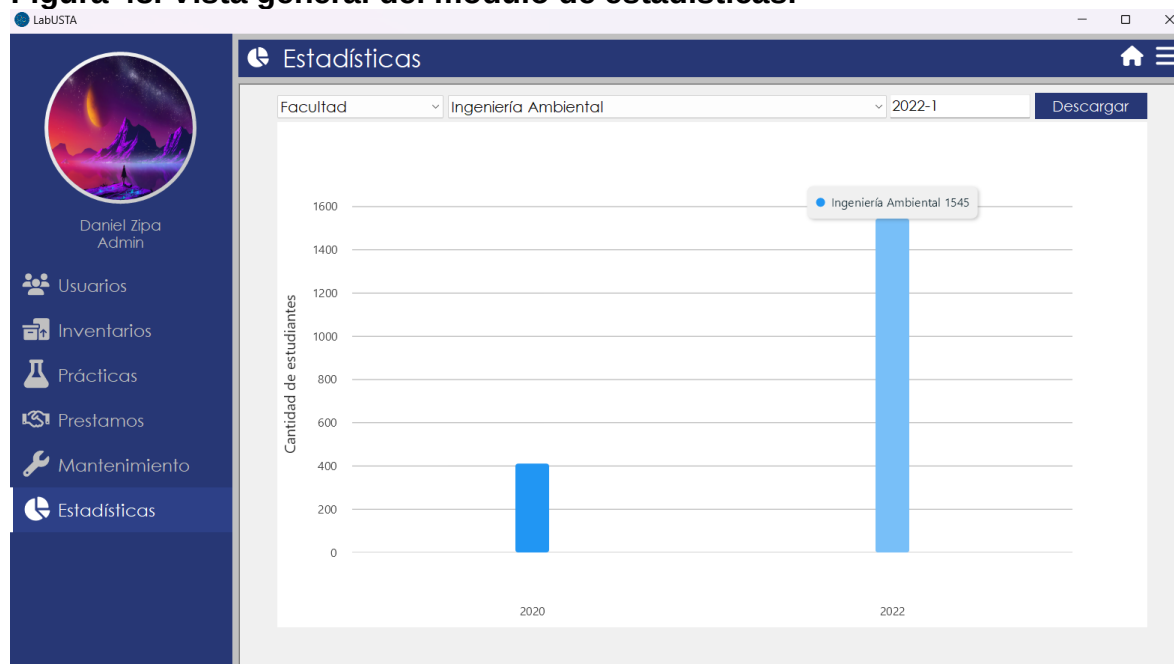
FECHA	CÓDIGO ACTIVO FIJO	NOMBRE DEL EQUIPO	LABORATORIO	TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO	EMPRESA	FUNCIONARIO QUE REALIZA EL MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	PERSONA DE LA COORDINACIÓN DE LABORATORIO QUE RECIBE
2017-06-29	7100726069	Teodolito	Topografía	Mantenimiento Correctivo y Calibración	-	-	Leonidas Reyes Castebianco	Calibracion, Mantenimiento Preventivo, Limpieza, Ajuste y	Omaira Castañeda
29/6/2017	7100726065	Teodolito	Topografía	Mantenimiento Correctivo y Calibración	-	-	Leonidas Reyes Castebianco	Calibracion, Mantenimiento Preventivo, Limpieza, Ajuste y	Omaira Castañeda
29/6/2017	7100726066	Teodolito	Topografía	Mantenimiento Correctivo y Calibración	-	-	Leonidas Reyes Castebianco	Calibracion, Mantenimiento Preventivo, Limpieza, Ajuste y	Omaira Castañeda
29/6/2017	7100726067	Teodolito	Topografía	Mantenimiento Correctivo y Calibración	-	-	Leonidas Reyes Castebianco	Calibracion, Mantenimiento Preventivo, Limpieza, Ajuste y	Omaira Castañeda
29/6/2017	7100726068	Teodolito	Topografía	Mantenimiento Correctivo y Calibración	-	-	Leonidas Reyes Castebianco	Calibracion, Mantenimiento Preventivo, Limpieza, Ajuste y	Omaira Castañeda
31/7/2017		Estación Total		Mantenimiento Correctivo	\$ 450,000	Galileo		-	Omaira Castañeda
31/7/2017		Estación Total		Mantenimiento Correctivo	\$ 450,000	Galileo		-	Omaira Castañeda
31/7/2017		Estación Total		Mantenimiento Correctivo	\$ 450,000	Galileo		-	Omaira Castañeda
31/7/2017		Estación Total		Mantenimiento Correctivo	\$ 450,000	Galileo		-	Omaira Castañeda
31/7/2017		Estación Total		Mantenimiento Correctivo	\$ 450,000	Galileo		-	Omaira Castañeda
19/9/2017		Estación Total		Mantenimiento Correctivo	\$ 890,000	Galileo		-	Omaira Castañeda
19/9/2017		Estación Total		Mantenimiento Correctivo	\$ 890,000	Galileo		-	Omaira Castañeda
18/9/2017	7100726004	Estación Total	Topografía	Mantenimiento Preventivo y Correctivo	-	Galileo	Eliecer Barajas	Calibracion, Mantenimiento Preventivo, Limpieza, Ajuste y	Omaira Castañeda
19/9/2017	7100725024	Estación Total	Topografía	Mantenimiento Preventivo y Correctivo	-	Galileo	Eliecer Barajas	Calibracion, Mantenimiento Preventivo, Limpieza, Ajuste y	Omaira Castañeda

Fuente: Autor.

15. ESTADÍSTICAS

El módulo de estadísticas, ver Figura 48, genera cinco reportes en PDF, el objetivo de estos es evidenciar todo el desarrollo de los laboratorios, documentar costos, inversiones, uso por parte de los estudiantes, mantenimientos, entre otros. A continuación, se mostrarán a más detalle el contenido de los cinco reportes:

Figura 48. Vista general del módulo de estadísticas.



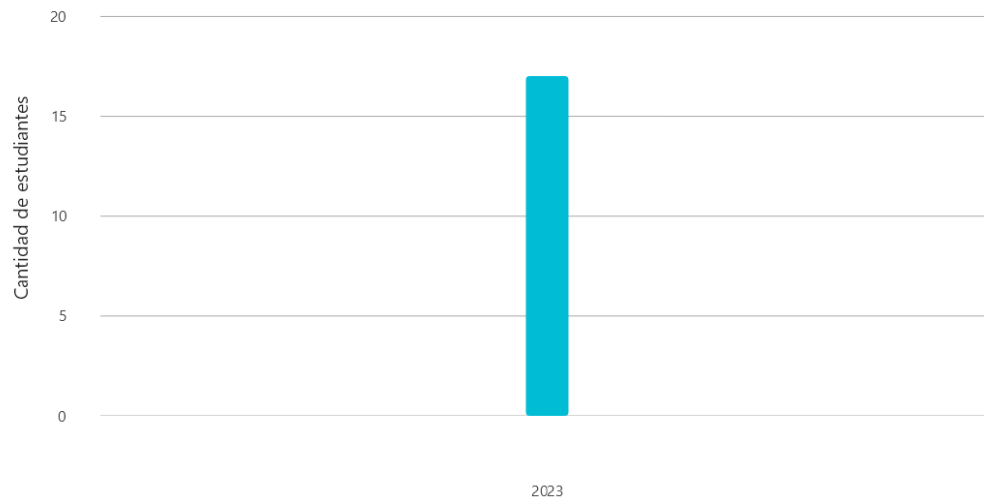
Fuente: Autor.

15.1. FACULTAD

Se genera un reporte que muestra las siguientes estadísticas: el histórico de uso de los laboratorios pertenecientes a la facultad seleccionada mediante una gráfica y tabla, estas muestran la cantidad de personas que usaron los laboratorios por año, ver

Figura 49 y Tabla 9.

Figura 49. Cantidad de estudiantes atendidos por la Coordinación de Laboratorios por año.



Fuente: Autor.

Tabla 9. Cantidad de estudiantes atendidos por la Coordinación de Laboratorios por año.

Año	Cantidad de Estudiantes
2023	17

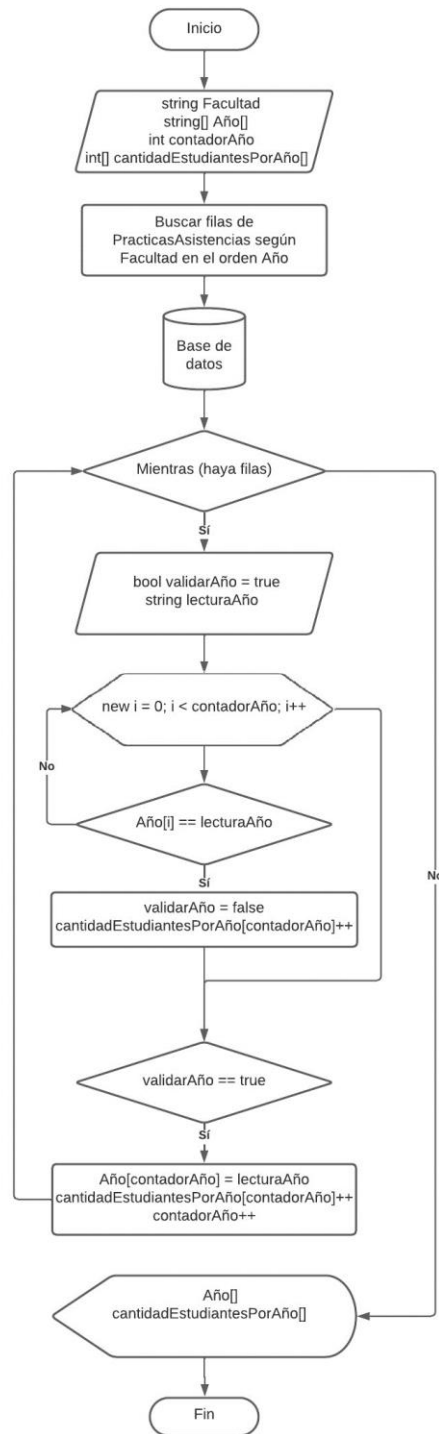
Fuente: Coordinación de laboratorios junio 2023

Fuente: Autor.

En la

Figura 50, se muestra el diagrama de flujo correspondiente a la obtención de los datos mostrados en el histórico de uso. Donde obtiene todas las filas que corresponden a la misma facultad, se declara inicialmente la variable año como un vector para guardar una única vez y no repetir, usando un for para recorrer el vector y verificar que no se haya guardado, si hay uno igual la variable verificarAño se retorna a falso y no guarda, posteriormente suma una unidad a la cantidad de estudiantes mediante el contador, que es el que indica el espacio del vector que se está guardando.

Figura 50. Diagrama de flujo de la obtención de los datos de la cantidad de estudiantes atendidos por la Coordinación de Laboratorios por año.



Fuente: Autor.

Estadística por docente, ver Tabla 10, esta muestra la cantidad de estudiantes que fueron atendidos por los docentes de la facultad seleccionada en los laboratorios en cierto período:

Tabla 10. Estadística por docente.

Docentes	Cantidad de Estudiantes	Cantidad de Prácticas
Nubia	2	1
Fernanda	6	2
Camila	9	2
Total general	17	5

Fuente: Coordinación de laboratorios junio 2023

Fuente: Autor.

Estadística por espacio académico, ver Tabla 11, esta muestra la cantidad de estudiantes que hicieron uso de los laboratorios por facultad y en cierto período.

Tabla 11. Estadística por espacio académico.

Espacios académicos	Cantidad de Estudiantes	Cantidad de Prácticas
Psicoanálisis	17	2
Total general	17	2

Fuente: Coordinación de laboratorios junio 2023

Fuente: Autor

Estadística por laboratorio, ver Tabla 12, cantidad de estudiantes que usaron los laboratorios pertenecientes a la facultad seleccionada en cierto periodo.

Tabla 12. Estadística por laboratorio.

Laboratorios	Cantidad de Estudiantes	Cantidad de Prácticas
Biología y Microbiología	17	2
Total general	17	2

Fuente: Coordinación de laboratorios junio 2023

Fuente: Autor.

Prácticas realizadas, ver

Tabla 13, se relaciona el espacio académico con el profesor y el nombre de la práctica, mostrando la cantidad de estudiantes atendidos.

Tabla 13. Resumen general de asistencia de prácticas.

Espacio Académico / Docente / Nombre Práctica	Cantidad de Estudiantes
Psicoanálisis	17
Camila	9
Percepción neuronal	8
Percepción cognitiva	1
Fernanda	6
Percepción neuronal	5
Percepción cognitiva	1
Nubia	2
Percepción neuronal	2
Total general	17

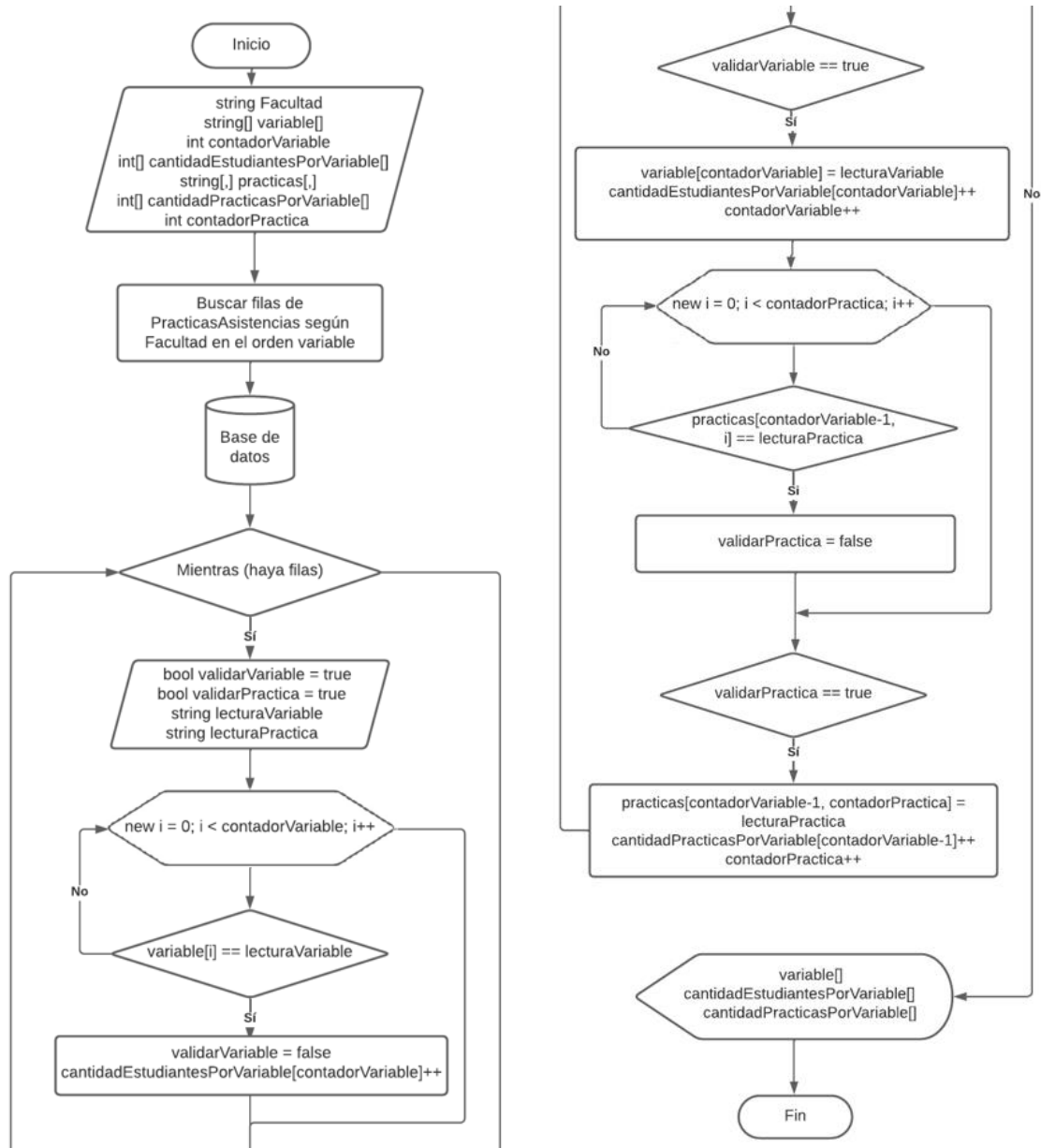
Fuente: Coordinación de laboratorios junio 2023

Fuente: Autor.

En la

Figura 51 se muestra el diagrama de flujo generalizado para las anteriores estadísticas, la palabra variable hace representación a los docentes, laboratorios y espacios académicos, donde se muestra la cantidad de prácticas y de estudiantes por cada una de estas, utilizando el mismo procedimiento de un vector y un bucle for que verifica si ya se guardó y no repetir, también con el uso de contadores para guardar la cantidad de estudiantes y prácticas. Cabe mencionar que las consultas tienen que ser realizadas en orden, ya sea por el año para la primera y las demás por la variable, esto se hace con el fin de que el algoritmo propuesto funcione correctamente.

Figura 51. Diagrama de flujo general de prácticas.



Fuente: Autor.

15.2. COSTO DE EQUIPOS

El reporte de costo de equipos muestra el precio de los recursos de cierto laboratorio, estos los divide por su categoría tipo y su estado disponible o por comprar.

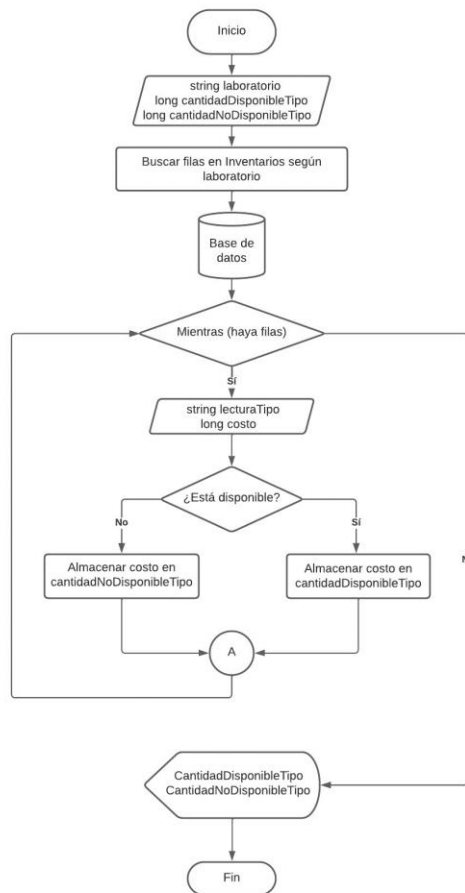
Tabla 14. Costos de equipos de los recursos de cierto laboratorio.

Tipo	Disponible	Por comprar
Equipo	\$227,756,322	\$594,673,652
Consumible	\$1	\$0
Instrumento	\$12,195,758	\$0
Kit	\$5,347,113	\$0
Material	\$9,115,603	\$366,374,325
Software	\$7,918,706	\$0
Total general	\$262,333,503	\$961,047,977

Fuente: Autor.

En la Figura 52, se muestra el diagrama de flujo para la obtención de los datos de la anterior estadística, donde se consultan los recursos que son de cierto laboratorio, se verifica que estén o no disponibles y se guarda en la variable correspondiente.

Figura 52. Diagrama de flujo de costos de equipos.



Fuente: Autor

15.3. INVERSIONES

Muestra las inversiones por años de los equipos de cierto laboratorio, ver Tabla 15.

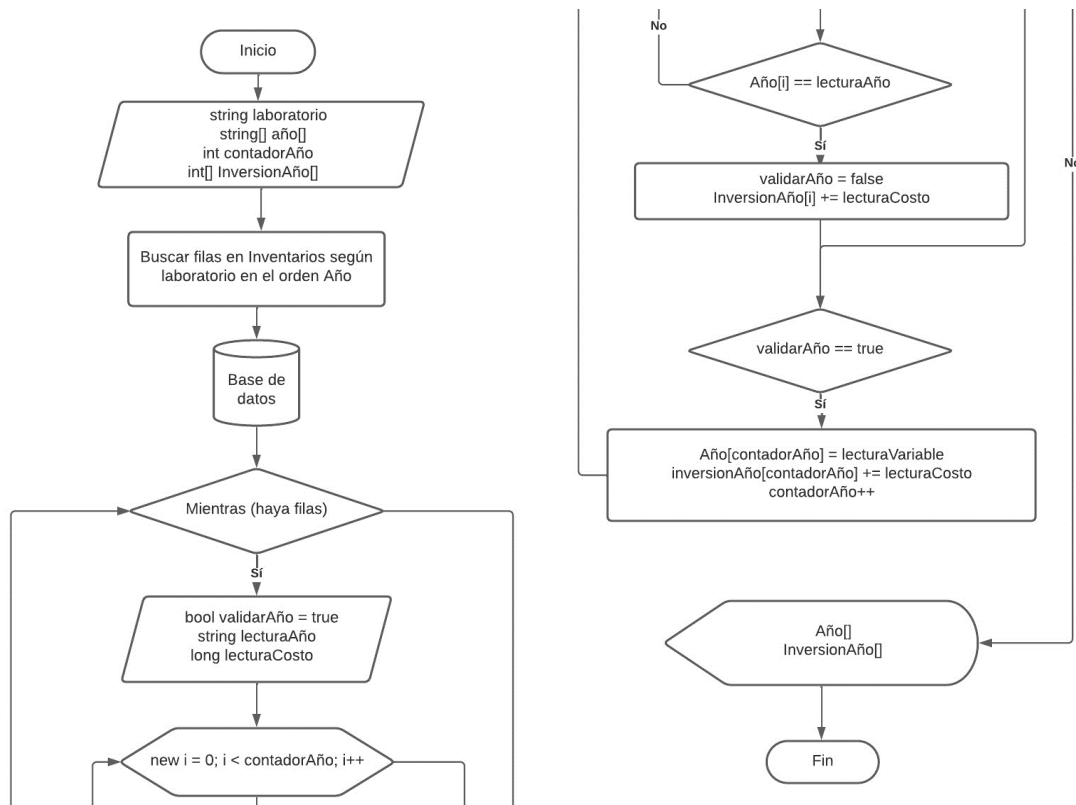
Tabla 15. Inversiones de equipos por año de cierto laboratorio.

Año	Inversión
2020	\$610,151,352
2021	\$21,647,040
Total general	\$631,798,392

Fuente: Autor.

En la Figura 53, se muestra el diagrama de flujo de las inversiones, donde su algoritmo es igual a las primeras estadísticas por facultad.

Figura 53. Diagrama de flujo de inversiones de equipos en cierto laboratorio y por año.



Fuente: Autor.

15.4. MANTENIMIENTOS

Muestra el histórico de mantenimientos realizados por laboratorio y año, ver **Tabla 16**.

Tabla 16. Histórico de mantenimientos de cierto laboratorio.

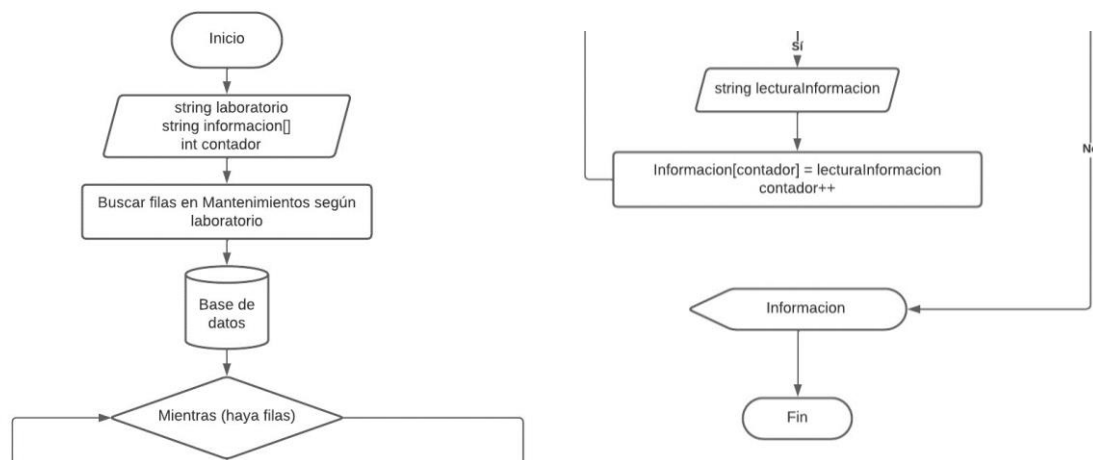
Fecha	Activo fijo	Nombre	Empresa	Costo
2022-11-08 00:00:00	71737079	Maquina Fresadora (GARANTIA)	Impointer	\$0
2022-09-01 00:00:00	71737079	Maquina Fresadora (GARANTIA)	Impointer	\$0
2022-04-06 00:00:00	71707376	Maquina Torno	Coordinacion de laboratorios	\$0
2022-04-06 00:00:00	71737069	Maquina Torno	Coordinacion de laboratorios	\$0
2022-03-26 00:00:00	71737078	Maquina Torno	Coordinacion de laboratorios	\$0
Total general				\$0

Fuente: Coordinación de laboratorios junio 2023

Fuente: Autor.

El diagrama de flujo de histórico de mantenimientos, ver Figura 54, realiza la consulta eligiendo solo los mantenimientos registrados con cierto laboratorio, posteriormente guarda la información en un vector con ayuda de un contador.

Figura 54. Diagrama de flujo de histórico de mantenimientos.



Fuente: Autor.

15.5. PRÁCTICAS

Se muestran las prácticas registradas por cada laboratorio, esta muestra la disponibilidad por cada tipo de recurso, relaciona el total de costos de recursos existentes y faltantes, y el total de la práctica, ver Tabla 17.

Tabla 17. Resumen general de las prácticas oficiales por cada laboratorio.

Nombre	Equipo	Instrumento	Software	Material	Kit	Consumible	Costo Total Existente	Costo Total Faltante	Costo Total
Penetración	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	\$32,482,020	\$0	\$32,482,020
Punto de Ablandamiento	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	\$39,200,519	\$0	\$39,200,519
Ductilidad	10.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	\$13,116,572	\$117,460,909	\$130,577,481
Viscosidad de Brokfield	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	\$65,653,662	\$0	\$65,653,662
Gravedad Especifica en Asfalto	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	\$26,118,753	\$0	\$26,118,753

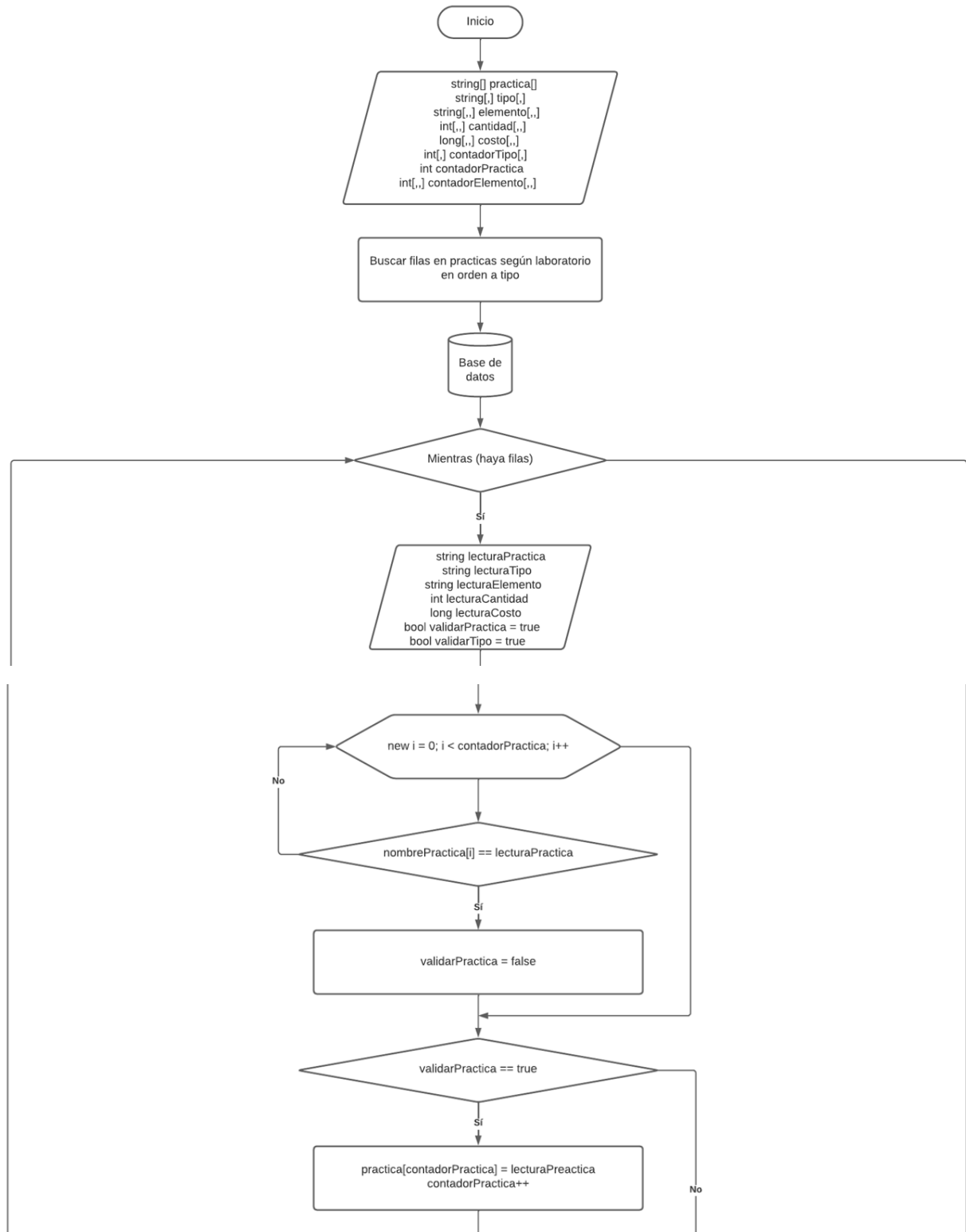
Fuente: Coordinación de laboratorios junio 2023

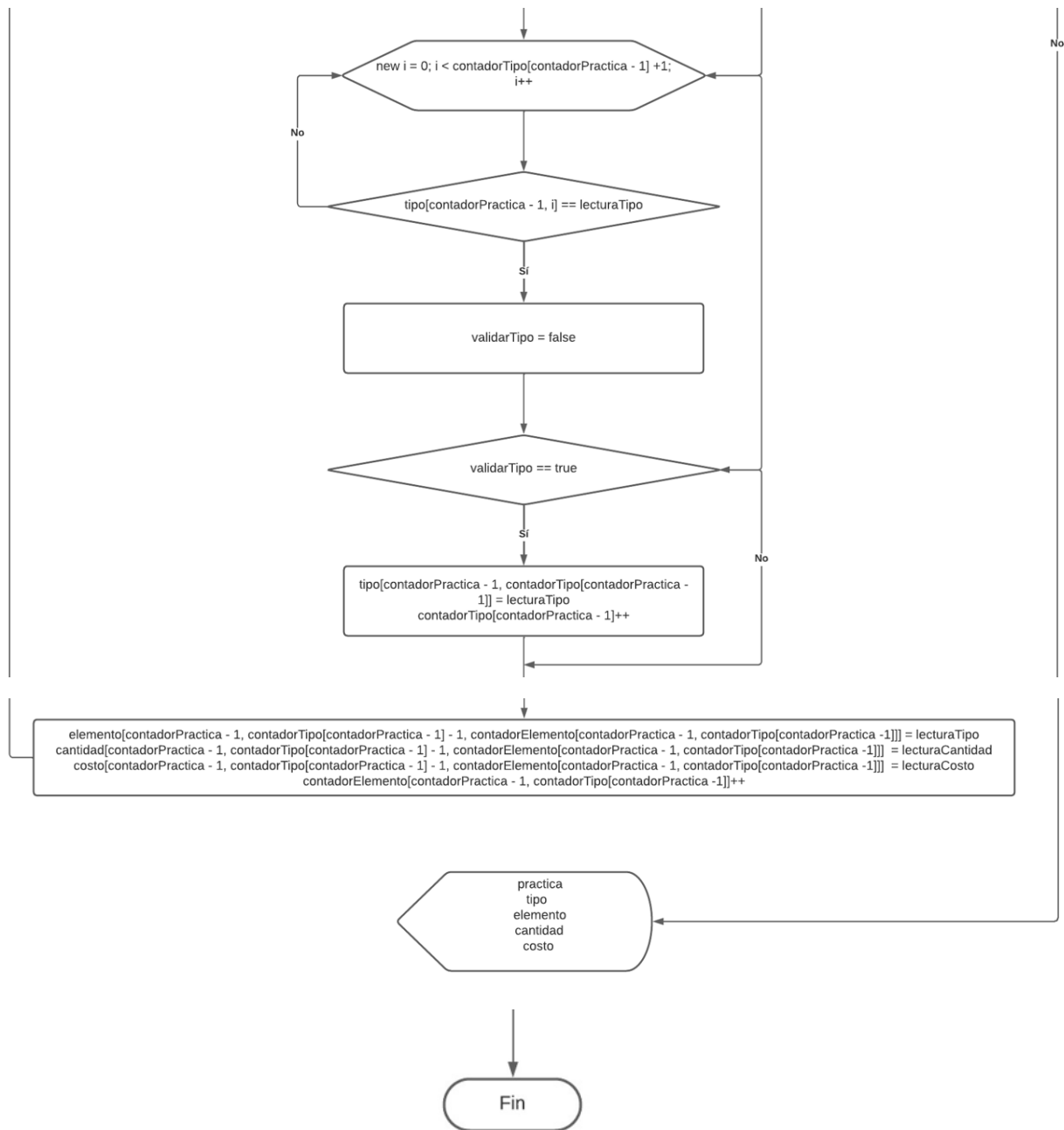
Fuente: Autor.

En la

Figura 55 la estructura de guardado es más compleja, ya que no sólo utiliza vectores, sino también matrices, se declara un vector llamado prácticas, y una matriz 2x1 para el tipo, y una matriz 3x1 para guardar el nombre de los elementos, la cantidad y el costo. En el vector se usa un contador llamado contadorPracticas, que es el que le va a asignar la posición a las prácticas en su vector, posteriormente en la matriz del tipo en su posición 1,1 guardara el contadorPracticas y en la 1,2 el contadorTipo, y su última matriz guarda en la posición 1,1 el contadorPracticas, en el 1,2 el contadorTipo y en el 1,3 el contadorElementos, es decir, que la primera posición es para guardar en identificador de las practicas, la segunda el tipo y la tercera los elementos, así se establece una relación para posteriormente realizar los cálculos de disponibilidad.

Figura 55. Diagrama de flujo del resumen general de las prácticas oficiales.





Fuente: Autor.

Para realizar los cálculos de disponibilidad no se tiene en cuenta la cantidad como porcentaje de peso, es decir, si necesitamos dos elementos X y hay los dos, y necesitamos dos elementos Y pero no hay los dos, la disponibilidad no será del 50%, ya que es calculada según su precio de la siguiente manera:

Ecuación 1. Fórmula para calcular el factor de importancia.

$$FI = \frac{\text{Costo del elemento}}{\text{Sumatoria de los costos de los elementos del mismo tipo}}$$

Fuente: Autor.

Primero se calcula el valor de FI (factor de importancia), como se muestra en la anterior figura, este factor de importancia es calculado para cada elemento. Respecto a este valor se calcula la disponibilidad del elemento, si la cantidad disponible es mayor a la cantidad requerida la disponibilidad será igual al factor de importancia, pero si la cantidad disponible es menor a la requerida es la siguiente:

Ecuación 2. Fórmula para calcular la disponibilidad si la cantidad disponible es menor a la cantidad requerida.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{FI * \text{Cantidad disponible}}{\text{Cantidad requerida}}$$

Fuente: Autor.

Para hallar la disponibilidad por cada tipo de equipo se suman las disponibilidades de los elementos que conforman el mismo equipo, si en una práctica no se registra equipos de cierto tipo se deja por defecto la disponibilidad del 100% puesto a que no se requiere.

Por último, se multiplica la cantidad de los elementos disponibles y no disponibles por su costo y se da el costo total de los elementos disponibles y no disponibles de la práctica y después se suman estos dos para mostrar el costo total de la práctica.

16. ANÁLISIS DE RESULTADOS

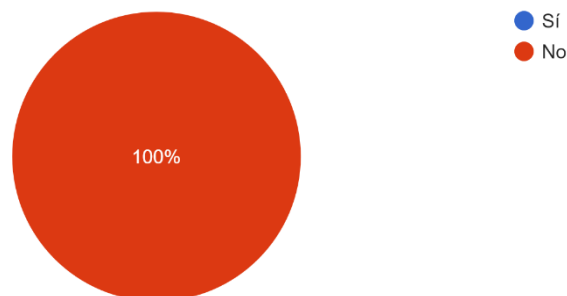
Durante el desarrollo del aplicativo, se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento. Cuando el usuario intenta ingresar información no válida, el aplicativo emite una advertencia y evita que continúe con su ejecución. Dado que la función principal del aplicativo es la manipulación de información, resulta crucial validar los datos ingresados. Por esta razón, es de suma importancia verificar el correcto funcionamiento del código a través de su comprobación.

Por el lado de la metodología empleada para escribir el código se basa en el uso de patrones de diseño. Estos patrones desempeñan un papel fundamental al prevenir errores y futuras dificultades en términos de escalabilidad. Es en este punto donde se destaca la importancia de seguir métodos probados para resolver problemas específicos. Un ejemplo de ello es la implementación de patrones de diseño en el desarrollo de LabUSTA. Al aplicar estos patrones, se busca asegurar una estructura sólida y eficiente en el código, lo que contribuye a la calidad y robustez del aplicativo.

Para realizar un análisis objetivo se llevó a cabo una encuesta al personal de laboratorios, ver Figura 56, Figura 57, Figura 58 y Figura 59. La primera pregunta fue: ¿cree que el sistema actual de gestión de activos con Excel es óptimo? Con dos opciones de respuesta: si o no, lo cual permitió evidenciar una inconformidad con lo establecido actualmente, ya que el 100% de los encuestados contestó no.

Figura 56. Encuesta, pregunta #1

¿Cree que el sistema actual de gestión de activos con Excel es óptimo?
5 respuestas



Fuente: Autor.

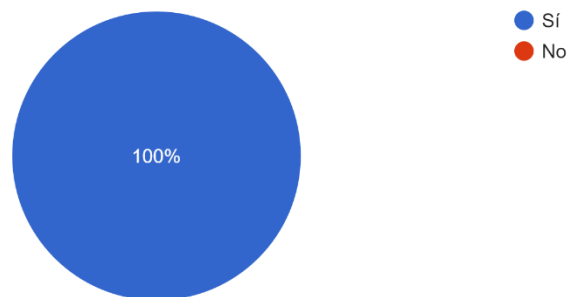
Un aspecto adicional de gran relevancia es la implementación de una base de datos centralizada y en línea para LabUSTA. En la Figura 57 se muestra que todo el personal de laboratorios está de acuerdo con que la implementación puede mejorar el rendimiento. Esta elección permite acceder a la base de datos desde cualquier dispositivo conectado a Internet. Se optó por esta estructura de base de datos

debido a su facilidad para relacionar la información. Además, considerando que el sistema no es muy extenso, esta alternativa resulta óptima en términos de procesos y economía. Al tener la base de datos en línea, se facilita el acceso y la gestión de los datos, lo que contribuye a la eficiencia y la disponibilidad del sistema LabUSTA.

Figura 57. Encuesta, pregunta #2

¿Una base de datos en línea podría mejorar el rendimiento?

5 respuestas



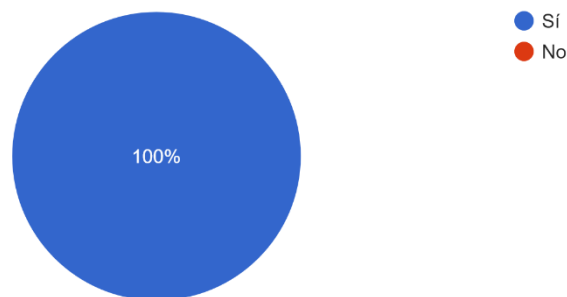
Fuente: Autor.

La tercera pregunta, ver Figura 58, indica que el 100% de los encuestados están de acuerdo en que un programa especializado con un único punto de acceso a la información reduciría horas de trabajo, es decir, la implementación de LabUSTA.

Figura 58. Encuesta, pregunta #3

¿La implementación de un programa especializado con un único punto de acceso a la información le ahorraría tiempo de trabajo?

5 respuestas



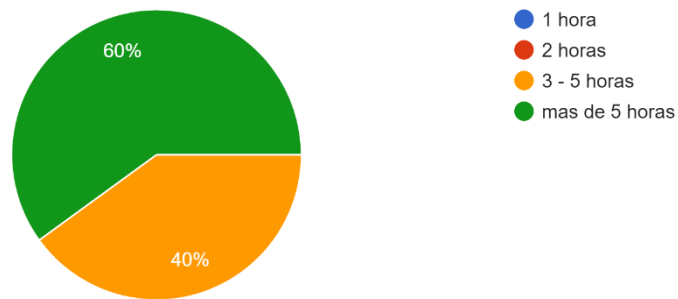
Fuente: Autor.

En la Figura 59 se refleja que el 40% del personal tarda entre 3 a 5 horas en realizar informes estadísticos, y el 60% más de 5 horas, en cambio, LabUSTA los genera de manera automática, ahorrando horas de trabajo.

Figura 59. Encuesta, pregunta #4

¿Cuánto tiempo tarda ud en realizar un informe estadístico sobre el uso, costos, inversiones, mantenimientos, etc, de los laboratorios?

5 respuestas



Fuente: Autor

17.RESULTADOS E IMPACTOS

Los resultados se fueron exponiendo detalladamente en el desarrollo de todo el documento, es por esto que no se vuelven a mostrar en esta sección. La Tabla 18 muestra un consolidado de dichos resultados, relacionados tanto con los objetivos como con los indicadores que evidencian el cumplimiento.

Tabla 18. Resultados obtenidos.

Resultado	Indicador	Objetivo Relacionado
Base de datos centralizada en MySQL.	Programación del BackEnd	Objetivo específico 1
Interfaz gráfica que posee los siguientes módulos: Usuarios, Inventarios, Prácticas, Préstamos, Mantenimientos y Estadísticas.	Programación del FrontEnd	Objetivo específico 2
Módulo usuarios	CRUD	Objetivo específico 2
Módulo inventarios	Dividido por laboratorios, hoja de vida, ficha técnica y mantenimientos	Objetivo específico 2
Módulo prácticas	Página web de asistencia de prácticas, registro y CRUD	Objetivo específico 2
Módulo de préstamos	Registro de préstamos	Objetivo específico 2
Módulo de registro de mantenimientos	Registro de mantenimientos	Objetivo específico 2
Módulo de estadísticas	Estadísticas de todos los módulos	Objetivo específico 1 y 2
Manual uso del aplicativo LabUSTA	Manual	Objetivo específico 3

Fuente: Autor.

Los impactos obtenidos son de índole económica y técnica, como se evidenció en la encuesta realizada en los análisis de resultados, es que la mayor ventaja de la implementación de LabUSTA es en ahorro de tiempo, esto se refleja a corto plazo en un ahorro económico, y dos impactos técnicos, ver Tabla 19.

Tabla 19. Impactos

Aspecto	Impacto	Supuesto	Plazo
Económico	Reducción de tiempo en la elaboración de reportes	Mejora la efectividad de los trabajadores, liberándolos de tiempo para la ejecución de otras tareas.	Corto

	Ejecución de mantenimientos según registros y uso Orientación para futuras inversiones	Registro constante de mantenimientos y uso de equipos Generación de reportes sobre el porcentaje de disponibilidad de equipos y materiales las prácticas de laboratorio	
Técnico	Reducción de tiempo en la manipulación de la información. Generación de reportes	Se retira la complejidad de la manipulación de la información ya que el acceso a la información se da en un solo punto. Automatización de elaboración de los reportes	Corto

Fuente: Autor.

Por último, se realiza un manual enfocado en enseñar la correcta manipulación del aplicativo LabUSTA, ver ANEXOS.

18. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

18.1. CONCLUSIONES

En conclusión, la elaboración de LabUSTA se destaca por tomar decisiones basadas en hechos objetivos, presentando información a través de gráficas y tablas que facilitan la toma de decisiones por parte de la Coordinación de Laboratorios y directivos. En términos de mantenimiento, el software registra y organiza de manera eficiente el historial y las fechas de las tareas de mantenimiento preventivo, calibraciones, reparaciones y revisiones realizadas, lo que contribuye a prolongar la vida útil de los recursos y generar ahorros económicos al evitar fallas.

Por otro lado, LabUSTA reduce la carga de trabajo del personal, lo que también se traduce en ahorro económico. Al implementar esta herramienta, la universidad puede aprovechar al máximo a su personal administrativo actual.

A nivel tecnológico, la universidad logra automatizar procesos y volverse más competitiva tanto en el ámbito empresarial como académico al contar con una herramienta personalizada como LabUSTA. Además, su construcción siguió buenas prácticas de programación y utilizó patrones de diseño, lo que facilita su actualización y escalabilidad en el futuro.

La seguridad también fue una prioridad en el desarrollo de LabUSTA. La implementación de un sistema de usuarios controlado por un administrador evita la manipulación del software y la información por parte de usuarios no autorizados. El uso del patrón BFF también garantiza que los estudiantes y otros usuarios no puedan ingresar información no válida al sistema.

La base de datos responde a lo establecido, ya que la información se guarda en línea y se puede acceder a ella desde cualquier dispositivo conectado a internet, además de que toda la información del sistema se guarda en un único punto.

La interfaz de LabUSTA integra a la perfección en una única ventana todos los módulos establecidos, haciendo que el programa sea 100% modular.

El manual de usuario muestra paso a paso el manejo del programa, desde las ventanas disponibles, sistemas de jerarquía, funcionamiento de los módulos y por último las estadísticas que se generan.

18.2. TRABAJOS FUTUROS

A nivel tecnológico todo proceso se puede mejorar, y a lo largo de la escritura del código se observó que se puede hacer más óptimo el manejo de la información, es decir, evitar ciertas consultas innecesarias, variables que están demás,

implementación de otros métodos, reducción del código, entre otros que conciernen a la optimización de la escritura del código.

También se pueden implementar otros accesos desde otras plataformas, por ejemplo, una aplicación móvil que le permita al personal leer información, por ejemplo, las solicitudes de los laboratorios por parte de los profesores y la generación de los reportes, y que les permita a los profesores confirmar la asistencia a las prácticas de sus estudiantes.

Otro trabajo importante es realizar un sistema que permita elaborar una planificación de mantenimiento, que se pueda programar estos para que posteriormente le recuerde al personal de laboratorio la ejecución de este, mediante una notificación en el programa principal, o en una la aplicación móvil.

19. GLOSARIO

C#

Lenguaje de programación orientado a objetos, evoluciona como un lenguaje moderno del C y el C++. C# permite crear aplicaciones escritorio ejecutadas en .NET.³

.NET

Sistema de ejecución virtual CLR (por sus siglas del inglés Common Language Runtime), creado por Microsoft. Específicamente es una plataforma de desarrollo de software, que admite varios lenguajes de programación como C#, F# y Visual Basic.¹⁶

HTML

Se define por sus siglas en inglés HyperText Markup Language o en español lenguaje de marcas de texto, es decir, es la forma más básica de escribir la estructura de una página web.³⁰

CSS

Se define por sus siglas en inglés Cascading Style Sheets o en español como hojas de estilo de cascada, esta sirve para dar diferentes estilos a los componentes dentro de la estructura HTML.³¹

JAVASCRIPT

Lenguaje de programación multiparadigma, bastante popular a la hora de creación de páginas web y en entornos como creación de servidores con node.js, este lenguaje de programación puede ser basado en programación orientada a objetos y también programación funcional.³²

20. BIBLIOGRAFÍA

1. ORACLE MÉXICO. ¿Qué es la ERP? Oracle | Cloud Applications and Cloud Platform [página web]. [c.a.] 2023. [Consultado el 21, marzo, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.oracle.com/mx/erp/what-is-erp/>>.
2. THE INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT. Gestión de activos: una anatomía. 3ª ed. Reino Unido: theIAM, 2015. 84 p.
3. MICROSOFT. Un paseo por el lenguaje C#. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career [página web]. (15, febrero, 2023). [Consultado el 21, marzo, 2023]. Disponible en Internet: <<https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>>.
4. AMAZON. ¿Qué es .Net? - Explicación de Dotnet - AWS. Amazon Web Services, Inc. [página web]. [a.c.] 2023. [Consultado el 21, marzo, 2023]. Disponible en Internet: <<https://aws.amazon.com/es/what-is/net/>>.
5. MICROSOFT. ¿Qué es .NET? Una plataforma para desarrolladores de código abierto. Microsoft [página web]. [a.c.] 2023. [Consultado el 21, marzo, 2023]. Disponible en Internet: <<https://dotnet.microsoft.com/es-es/learn/dotnet/what-is-dotnet>>.
6. SIMA. Mantenimiento Preventivo. En: Mantenimiento Planificado. Barcelona: el autor, [a.c.] 2015. p. 13.
7. MACIAS VELASCO, Bruno Oswaldo y QUIJIJE IDUARTE, Rolando Fernando. Base de datos centralizada para sistemas de seguridad. Trabajo de grado. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2009. 166 p.
8. TAPIA T, Mauro C. y JIJÓN G, Elaine R. Estadística aplicada a la administración y la economía. Guayaquil, Ecuador: CIDE, 2018. 201 p.
9. OLIVERIO, GARCÍA PALENCIA. El Mantenimiento General. Tunja, Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2006. 85 p.

10. SAP CONCUR. ¿Cómo la tecnología ayuda a su empresa a crear ventaja competitiva? Travel Expense Management - SAP Concur [página web]. (21, octubre, 2021). [Consultado el 21, abril, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.concur.com.mx/blog/article/ventajas-tecnologia-competitiva-mx#:~:text=El%20uso%20de%20la%20tecnología%20ayuda%20a%20las%20empresas%20a,gasto%20de%20tiempo%20y%20dinero.>>.
11. HOLBERTON. ¿Qué son los fundamentos de la programación? Holberton School [página web]. (16, septiembre, 2022). [Consultado el 21, abril, 2023]. Disponible en Internet: <<https://holberton.anahuac.mx/que-son-los-fundamentos-de-la-programacion/#:~:text=Para%20programar%20tenemos%20que%20usar,los%20fundamentos%20de%20la%20programación.>>.
12. CERVANTES O, Jorge, *et al.* Introducción a la programación orientada a objetos. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa, 2016. 197 p.
13. BAHIT, Eugenia. El paradigma de la Programación Orientada a Objetos en PHP y el patrón de arquitectura de Software MVC. Buenos Aires, Argentina: Eugenia Bahit, [a.c.] 2020. 66 p.
14. MARQUÉS, Mercedes. Bases de datos. Castellón de la Plana, España: Universidad Jaime I, 2011. 167 p.
15. ACENS. Qué son y tipos que nos podemos encontrar. En: Bases de datos NoSQL. Ciudad de México, México: acenswhitepapers, [a.c.] 2016. p. 7.
16. MICROSOFT. .NET (y .NET Core): introducción e información general. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career [página web]. (16, marzo, 2023). [Consultado el 22, marzo, 2023]. Disponible en Internet: <<https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/core/introduction>>.
17. CAMARENA SAGREDO, Jesús Gamaliel, *et al.* Automatización de la codificación del patrón modelo vista controlador (mvc) en proyectos orientados a la Web. En: Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva. 2012. vol. 19, no. 3, p. 239 - 250.

18. RIVERA LÓPEZ, Alejandro. Sistema asistente para la generación de horarios de cursos. Trabajo de grado. Cholula Puebla, México: Universidad de las Américas Puebla, 2018. 63 p.
19. SPNET. 60 años de los sistemas ERP, Historia y Evolución. SPnet [página web]. (26, junio, 2018). [Consultado el 21, abril, 2023]. Disponible en Internet: <<https://softwarepara.net/erp-historia/>>.
20. CAICEDO RESTREPO, Alejandro y RUBIO GUARAN, Brian Leandro. Sistemas de ERP en empresas grandes de servicios del valle del cauca. Trabajo de grado. Cali, Colombia: Universidad ICESI, 2016. 89 p.
21. PULGARÍN, Juan Guillermo. TECNOLOGÍA ERP: UNA VISTA AL ESTADO DEL ENTERPRISE RESOURCE PLANNING EN LAS EMPRESAS COLOMBIANAS [en línea]. Trabajo de grado. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes, 2005 [consultado el 21, abril, 2023]. 97 p. Disponible en repositorio.uniandes.edu.co: <<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/22789/u271183.pdf?sequence=1>>.
22. GALIANO YÉPEZ, Olga Patricia. Proyecto de planificación recursos empresariales – ERP Módulo de activos fijos - UTN. Trabajo de grado. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 2011. 331 p.
23. KALBASI, Houman. Assessing ERP Implementation Critical Success Factors. Tesis de Maestría. Irán y Suecia: Universidad Tarbiat Modares y Universidad Tecnológica de Lulea, 2007. 78 p.
24. STARTECHUP INC. Por qué los patrones de diseño de desarrollo de software son importantes para su empresa. startechup.com [página web]. (19, marzo, 2022). [Consultado el 14, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.startechup.com/es/blog/software-development-design-patterns/#:~:text=Ventajas%20de%20los%20patrones%20de%20diseño∓text=Los%20patrones%20de%20diseño%20de%20software%20apoyan%20el%20desarrollo%20de,durante%20el%20proceso%20de%20implementación.>>>.

25. EQUIPO EDITORIAL DE IONOS. Patron singleton: una clase propia. IONOS Digital Guide [página web]. (19, febrero, 2021). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/patron-singleton/>>.
26. BLANCARTE, Oscar. Singleton. Reactive Programming - arquitectura y desarrollo de software [página web]. (13, octubre, 2021). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://reactiveprogramming.io/blog/es/patrones-de-diseno/singleton>>.
27. SWIFTBETA. Patrón de diseño: DELEGACIÓN. SwiftBeta [página web]. (23, noviembre, 2020). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.swiftbeta.com/pattern-delegacion/>>.
28. HENAO, Cristian. Ejemplo Patron Delegate. CoDejaVu [página web]. (30, junio, 2013). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<http://codejavu.blogspot.com/2013/06/ejemplo-patron-delegate.html>>.
29. BISBÉ, Luis. El patrón BFF: Backend for Frontend. rlbisbe @ dev [página web]. (7, agosto, 2019). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://rlbisbe.net/2019/08/07/el-patron-bff-backend-for-frontend/#:~:text=BFF%20es%20un%20patrón%20de,diferentes%20con%20casos%20de%20uso>>.
30. MDN. HTML: Lenguaje de etiquetas de hipertexto | MDN. MDN Web Docs [página web]. (10, junio, 2020). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>>.
31. MOZILLA. CSS | MDN. MDN Web Docs [página web]. (13, marzo, 2018). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS>>.
32. MOZILLA. JavaScript | MDN. MDN Web Docs [página web]. (19, junio, 2016). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>>.
33. BAUTISTA, Iván. Backend y Frontend, ¿Qué es y cómo funcionan en la programación? Conectividad y Soluciones de TI | Servnet [página web]. (30, marzo, 2021). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.servnet.mx/blog/backend-y-frontend-partes-fundamentales-de-la-programacion-de-una-aplicacion-web>>.
34. EPITECH. ¿Qué es el Backend? Descubre todo sobre este concepto. Epitech Spain [página web]. (3, junio, 2021). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.epitech->

it.es/backend/#:~:text=El%20backend,%20por%20su%20parte,de%20la%20web%20o%20aplicación.>.

35. IBM. ¿Qué es una API REST? | IBM. IBM - Deutschland | IBM [página web]. (22, septiembre, 2022). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.ibm.com/mx-es/topics/rest-apis>>.
36. MOZILLA. Generalidades del protocolo HTTP - HTTP | MDN. MDN Web Docs [página web]. (25, noviembre, 2022). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Overview>>.
37. IBM. IBM Documentation. IBM - Deutschland | IBM [página web]. (7, junio, 2022). [Consultado el 20, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.ibm.com/docs/es/baw/20.x?topic=formats-javascript-object-notation-json-format>>.
38. LEAL, Carlos. ERP en Colombia: 9 alternativas | KCP Dynamics Colombia. KCP Dynamics - Partner Microsoft Dynamics 365 [página web]. (19, mayo, 2021). [Consultado el 10, mayo, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.kcpdynamics.com/blog-microsoft-dynamics/erp-colombia/>>.
39. CRIOLLO CUMBE, Adrian Vicente. Desarrollo de una propuesta metodológica para la gestión de activos físicos en la planta de continental tire andina. Maestría. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2020. 111 p.
40. LUCIDCHART. UML es el lenguaje unificado de modelado (UML). Lucidchart [página web]. (19, octubre, 2018). [Consultado el 26, junio, 2023]. Disponible en Internet: <<https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-el-lenguaje-unificado-de-modelado-uml>>.

21. ANEXOS

Anexo A

Manual de usuario, documento en PDF.

Anexo B

Se hace entrega del código del aplicativo mediante una carpeta que contiene las siguientes carpetas:

1. AccessData
2. Common
3. Domain
4. Interfaces
5. Labusta
6. Labusta.sln

El archivo Labusta.sln, es la solución que se puede abrir directamente con visual estudio.

Anexo C

Se hace entrega de los formularios web y su servidor en una carpeta que contiene las siguientes carpetas:

1. Api
2. Pages

La carpeta Api contiene el servidor (BACKEND) y la carpeta Pages contiene todos los formularios (FRONTEND).

Anexo D

Ejecutable del aplicativo LabUSTA.