

# Sistema web de liberación de adeudos en laboratorios (SILAB) para el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo

Tinoco-Alcázar, I.<sup>1</sup>; Morales-Venegas, D.S.<sup>2</sup>, Rodríguez-Chacón, R. L.<sup>3</sup>; Saucedo-Chacón R.G.<sup>4</sup>; Marín-Castañeda N.G.<sup>5</sup>

## Datos de Adscripción:

<sup>1</sup> Irma Tinoco Alcázar. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, División de Ingeniería en Informática. [irma.ta@itslerdo.edu.mx](mailto:irma.ta@itslerdo.edu.mx) <https://orcid.org/0009-0006-9271-0449>

<sup>2</sup> Diana Sarahi Morales Venegas. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. [diana.mv@itslerdo.edu.mx](mailto:diana.mv@itslerdo.edu.mx). <https://orcid.org/0009-0009-2515-6750>

<sup>3</sup> Rocío Lorena Rodríguez Chacón. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. [rocio.rc@itslerdo.edu.mx](mailto:rocio.rc@itslerdo.edu.mx) <https://orcid.org/0009-0001-0842-1585>

<sup>4</sup> Raquel Guadalupe Saucedo Chacón. Tecnológico Nacional de México/División de Ingeniería en Informática. [raquel.sc@itslerdo.edu.mx](mailto:raquel.sc@itslerdo.edu.mx) <https://orcid.org/0009-0000-7865-5388>

<sup>5</sup> Nancy Gabriela Marín Castañeda. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, División de Ingeniería en Sistemas Computacionales. [nancy.mc@itslerdo.edu.mx](mailto:nancy.mc@itslerdo.edu.mx) <https://orcid.org/0009-0003-1772-6481>

**Resumen** - El software de sistematización de procesos manuales en instituciones educativas es crucial para mejorar la gestión de actividades académicas, administrativas y operativas, optimizando recursos y contribuyendo al mejoramiento de la calidad educativa. Bajo este enfoque nace el proyecto Sistema Web de Liberación de Adeudos en Laboratorios (SILAB) con el objetivo de optimizar el proceso de liberación de adeudos mediante un sistema web que simplifique el control y la gestión del inventario del laboratorio, así como los préstamos y adeudos de los materiales dentro del mismo. Desarrollado con PHP, Laravel y MySQL (tecnologías clave para crear un sistema robusto y escalable) mediante la metodología evolutiva incremental logrando un desarrollo progresivo y adaptable, que permite la incorporación de mejoras continuas, la retroalimentación constante y la flexibilidad para ajustar los requerimientos según las necesidades emergentes del proyecto. Como resultado SILAB fue implementado en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental y Química del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, con una estructura modular que integra componentes como préstamos, inventario, liberación y trámite, optimizando la gestión del laboratorio, mejorando el control de inventario, los préstamos de materiales y la eficiencia de liberación de adeudos a los estudiantes, con potencial expansión a otras áreas del instituto para la sistematización del proceso de expedición de la Carta de No Adeudo. En conclusión, SILAB ha demostrado ser una herramienta eficiente para la automatización de procesos en el laboratorio, reduciendo tiempos de gestión, minimizando errores administrativos y mejorando la experiencia tanto de estudiantes como del personal involucrado.

**Palabras Clave:** Automatización de procesos, Gestión de laboratorios, Liberación de adeudos, SILAB

**Abstract** - The systematization of manual processes in educational institutions is fundamental to strengthening the management of academic, administrative, and operational activities, thereby optimizing resources and contributing to the improvement of educational quality. Within this framework, the Sistema Web de Liberación de Adeudos en Laboratorios (SILAB) was designed to optimize the debt release procedure through a web-based platform that streamlines the control and administration of laboratory inventory, as well as the monitoring of material loans and debits. The system was developed using PHP, Laravel, and MySQL, technologies that provide robustness, scalability, and reliability. An incremental evolutionary methodology was adopted, allowing progressive development, continuous integration of improvements, systematic feedback, and flexibility to adjust requirements in response to the project's evolving needs. SILAB was implemented in the Environmental and Chemical Engineering Laboratory of the Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, adopting a modular structure that incorporates components for inventory, loans, release, and processing. This design optimizes laboratory management, enhances accuracy in inventory control, facilitates the administration of material loans, and increases the efficiency of debt release processes. Furthermore, the system presents the potential for institutional expansion, particularly in the automation of the issuance of the Letter of No Debt. In summary, SILAB constitutes an effective technological tool for the automation of laboratory processes, contributing to a reduction in management time, a minimization of administrative errors, and a more efficient interaction between students and institutional staff.

**Keywords:** Debt clearance, Laboratory management, Process automation, SILAB

## I. INTRODUCCIÓN

En las instituciones de educación superior, la gestión eficiente de recursos y servicios académicos es un componente esencial para garantizar la calidad educativa y administrativa. En particular, el control de adeudos en laboratorios representa un proceso crítico, ya que impacta directamente en la entrega de documentación oficial, la reinscripción de los estudiantes y la transparencia institucional. Tradicionalmente, este proceso se ha llevado a cabo de manera manual o mediante sistemas poco integrados, generando retrasos, errores y una carga administrativa considerable (González & Hernández, 2021).

En este contexto, la transformación digital y el desarrollo de soluciones web han demostrado ser una alternativa eficaz para optimizar procesos administrativos en entornos educativos

(Martínez et al., 2020). La adopción de sistemas automatizados permite no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también proporcionar trazabilidad, seguridad en los datos y accesibilidad desde cualquier ubicación con conexión a internet (Gutiérrez & Salinas, 2019). Asimismo, este tipo de sistemas favorece la participación activa de los usuarios —alumnos, técnicos y personal administrativo— al facilitar interfaces intuitivas y procesos claros (Ramírez & López, 2022).

El presente artículo presenta el diseño e implementación del Sistema web de liberación de adeudos en laboratorios (SILAB), desarrollado para el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, con el objetivo de digitalizar el proceso de verificación y liberación de adeudos en laboratorios escolares. SILAB fue concebido como una herramienta que automatiza la gestión de préstamos de equipo, genera reportes, notificaciones, y permite un flujo de trabajo transparente y ágil entre los distintos actores involucrados. Este desarrollo responde a una necesidad institucional concreta y se alinea con las tendencias actuales de gobernanza digital en la educación superior (UNESCO, 2022).

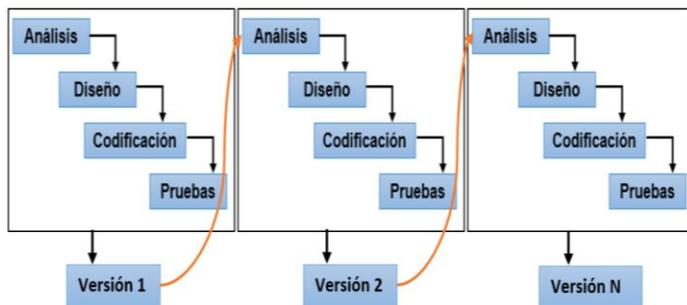
A través del análisis de necesidades, diseño centrado en el usuario y la implementación con tecnologías web de código abierto, SILAB se constituye como un aporte significativo para la modernización de los procesos administrativos escolares. Además, su aplicación potencial puede extenderse a otras áreas dentro del instituto que requieran control de préstamos o adeudos, lo que refuerza su escalabilidad y utilidad institucional.

## II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

### A. Metodología del desarrollo

El proyecto se desarrolla bajo la metodología evolutiva incremental, la cual es un enfoque de desarrollo que permite un crecimiento progresivo del producto a través de entregas parciales y funcionales en iteraciones específicas (OBS Business School, 2024). A diferencia de los modelos tradicionales, esta metodología asume que los requisitos pueden cambiar durante el proceso, por lo que divide las tareas en módulos independientes pero conectados. Cada módulo pasa por las fases de análisis, diseño, codificación, implementación y pruebas, agregando nuevas funciones en cada versión posterior (Mancuso, 2021).

Figura 1  
Modelo de desarrollo incremental.



Para el análisis del sistema se emplearon dos enfoques metodológicos complementarios: la metodología estructurada y la metodología orientada a objetos. La metodología estructurada se basa en la representación de las funciones del sistema y en el flujo de datos entre ellas, mientras que la metodología orientada a objetos utiliza UML, mediante diagramas como los de casos de uso, lo que permite visualizar el sistema desde la perspectiva del usuario y definir su interacción con el entorno (Pierre-Alain, 1997).

Con base en estas metodologías, se identificaron y definieron los roles del personal involucrado, así como las actividades relacionadas con el procedimiento de liberación de adeudos de materiales y la gestión del inventario en el laboratorio. Además, se obtuvieron las especificaciones de los requisitos funcionales del sistema conforme al estándar IEEE 830.

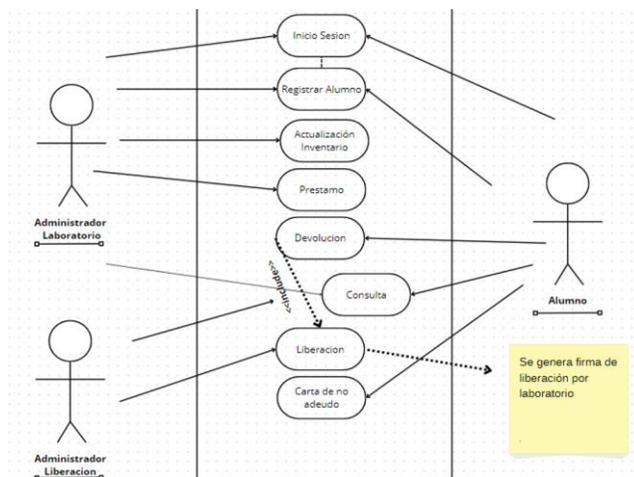
### B. Análisis y estudio, diagramas y prototipo

En la fase inicial del proyecto se realizó una investigación detallada sobre el proceso de obtención de la Carta de No Adeudo, desde su solicitud hasta su liberación, con el fin de comprender el funcionamiento del proceso a sistematizar y analizar los requisitos técnicos para su implementación en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental y Química.

Se documentó el procedimiento actual, identificando que el acceso a materiales por parte de los alumnos se gestiona mediante vales firmados, los cuales deben ser verificados por los responsables del laboratorio o departamento. El registro de devoluciones se lleva a cabo en formatos de Excel o papel, lo que genera riesgos de errores, retrasos en la liberación de adeudos y problemas de eficiencia que afectan tanto a los estudiantes como al personal administrativo.

Como siguiente etapa, se elaboró el diagrama de casos de uso, con el propósito de visualizar las interacciones entre los distintos usuarios del sistema para posteriormente desarrollar un prototipo estructural que incorpora las funciones clave del mismo.

Figura 2  
Diagrama de casos de uso de interacción con el sistema.

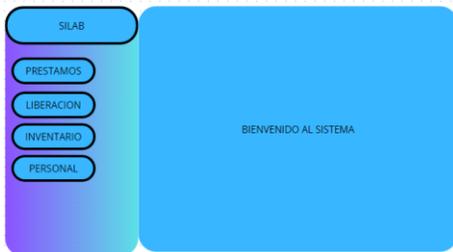


Las siguientes imágenes presentan el prototipo del sistema, así como el tipo de usuario que accede a ellas.

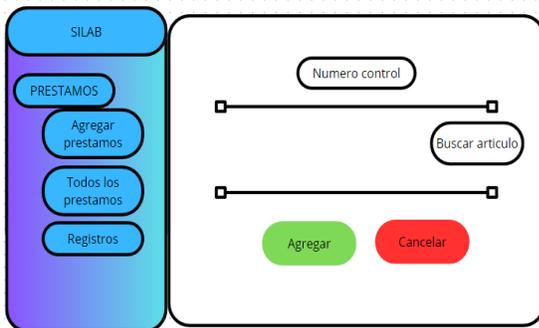
**Figura 3**  
Módulo Login (Administrador laboratorio – Administrador liberación - Alumno).



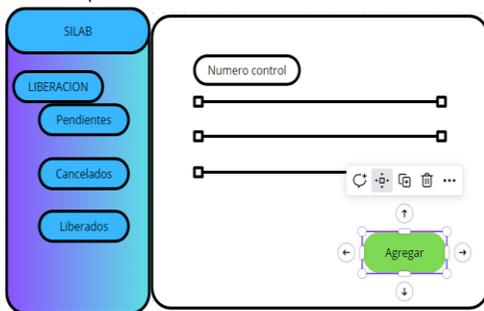
**Figura 4**  
Módulo Home (Administrador laboratorio).



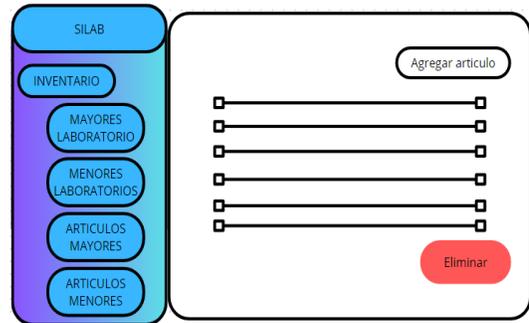
**Figura 5**  
Módulo Préstamo (Administrador laboratorio).



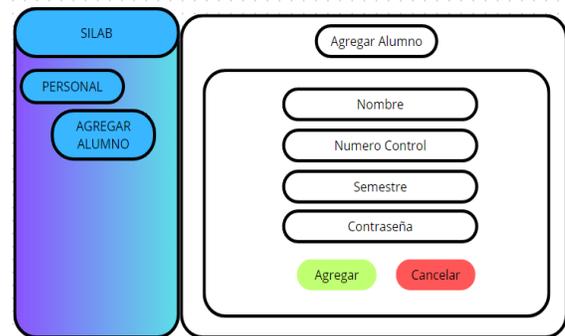
**Figura 6**  
Módulo Liberación (Administrador laboratorio - Administrador liberación).



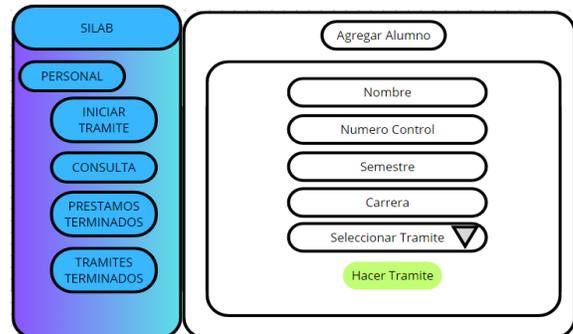
**Figura 7**  
Módulo Inventario (Administrador laboratorio).



**Figura 8**  
Módulo Personal (Administrador laboratorio).



**Figura 9.**  
Módulo Tramite (Alumno).



En la figura 10 que se presenta en Anexos, se muestra el diagrama entidad-relación correspondiente a la base de datos del sistema, donde se ilustran las tablas principales y las relaciones lógicas entre ellas. Esta representación estructural es esencial para garantizar la integridad y coherencia de los datos, permitiendo un almacenamiento organizado y una gestión eficiente de la información.

### C. Desarrollo de software

La construcción de una solución eficiente, escalable y adaptable exigió una cuidadosa selección de tecnologías, fundamentada en criterios de rendimiento, integración, mantenibilidad y compatibilidad. Con el objetivo de cumplir con los requerimientos del sistema, se eligieron herramientas tecnológicas modernas que favorecen un desarrollo ágil, estructurado y sostenible a largo plazo.

En primer lugar, se empleó Laravel 9, un framework de código abierto basado en el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), que permitió estructurar el desarrollo del sistema de manera organizada y escalable. Su sintaxis clara y su robusto ecosistema facilitaron la implementación de funcionalidades seguras y mantenibles (Morales, 2023).

El lenguaje base de desarrollo fue PHP, ampliamente utilizado en aplicaciones web dinámicas, lo cual permitió el manejo de peticiones del lado del servidor y su integración con bases de datos y HTML de forma eficiente (Php, 2024).

Para la gestión y modelado de la base de datos se utilizó MySQL Workbench, herramienta visual que permitió diseñar, documentar e implementar la estructura relacional del sistema. Esta herramienta fue clave para mantener una base de datos coherente, optimizada y fácilmente modificable en fases posteriores (MySQL, 2025).

En el frontend, se emplearon tecnologías estándar como HTML5, CSS3 y JavaScript. HTML5 se utilizó para estructurar el contenido de las páginas, garantizando compatibilidad y accesibilidad (Kolade, 2023); CSS permitió definir estilos visuales como tipografías, colores y distribución de elementos (NeoAttack, 2024), mientras que JavaScript se encargó de aportar interactividad y dinamismo en la interfaz del usuario (Urrutia, 2024).

Para agilizar el diseño de una interfaz moderna y responsiva, se integró Bootstrap 5, un framework frontend que proporcionó componentes predefinidos para mejorar la experiencia del usuario en distintos dispositivos (Suárez, 2024).

Durante el desarrollo colaborativo del sistema, se utilizó Git como sistema de control de versiones, lo cual permitió gestionar eficientemente los cambios en el código fuente, facilitar la colaboración entre desarrolladores y mantener un historial detallado del proyecto (Jacobs et al., 2023).

Como entorno de desarrollo, se optó por Visual Studio Code, un editor multiplataforma que ofreció herramientas como autocompletado, integración con Git y depuración, lo que contribuyó a una programación más fluida y eficiente (Visual Studio Code, 2024).

Para la transferencia de archivos al servidor de producción, se empleó FileZilla, un cliente FTP/SFTP que facilitó la carga y sincronización del sistema en el entorno remoto de manera segura y rápida (FileZilla, 2024). Finalmente, para la administración remota de la base de datos en el servidor institucional, se utilizó phpMyAdmin, herramienta web que permitió importar la base de datos desarrollada localmente, verificar su integridad y gestionar las tablas, relaciones y consultas SQL necesarias para el funcionamiento del sistema (phpMyAdmin, 2024).

### D. Pruebas Locales

Para realizar las pruebas de los préstamos, se coordinó con el personal del laboratorio, quien proporcionó una tabla con información real del semestre de implementación. Con base en estos datos, se seleccionaron algunos préstamos para ejecutar pruebas locales en el sistema.

### E. Verificación

Se realizó una revisión minuciosa para asegurar que el sistema desarrollado cumpliera con los requisitos establecidos durante la fase de análisis. Además, se verificó que las funcionalidades asignadas a cada rol dentro del sistema de tutorías estuvieran correctamente definidas y alineadas con las necesidades y expectativas de los usuarios del proceso y de los usuarios involucrados en los procesos.

### F. implementación y pruebas en producción

Tras la exitosa ejecución de las pruebas locales y la verificación del cumplimiento de los requisitos establecidos durante la etapa de análisis, se procedió al despliegue del sistema en el servidor institucional asignado para su operación. Este servidor aloja el sistema de liberación de adeudos del Laboratorio de Ingeniería Ambiental y Química del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo (ITSL), accesible mediante el dominio oficial <http://silab.itslerdo.edu.mx>.

La implementación técnica comenzó con la exportación de la base de datos desarrollada localmente en MySQL Workbench. Posteriormente, se accedió a la plataforma de gestión phpMyAdmin y, una vez autenticado el acceso con las credenciales institucionales, se procedió a la importación del archivo de base de datos previamente exportado. Este proceso permitió restablecer la estructura y el contenido de la base de datos en el entorno de producción del servidor. Una vez completada la importación, se validó la integridad de los datos y la disponibilidad de las tablas y registros esenciales para el correcto funcionamiento del sistema.

Posteriormente, se configuró el entorno web, asegurando que todos los servicios del backend y frontend operaran conforme a los requerimientos funcionales y técnicos definidos, garantizando así su disponibilidad y rendimiento para los usuarios finales.

Una vez desplegado el sistema, se llevaron a cabo pruebas en producción con datos reales proporcionados por el personal del laboratorio, simulando los diversos escenarios de uso y obteniendo resultados exitosos.

Durante el proceso, se observaron tiempos de respuesta óptimos, validaciones eficientes y una interacción fluida con la interfaz, lo que evidenció la estabilidad del sistema en condiciones reales. Concluida esta fase, el sistema quedó oficialmente operativo y disponible.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Resultado de la instalación.

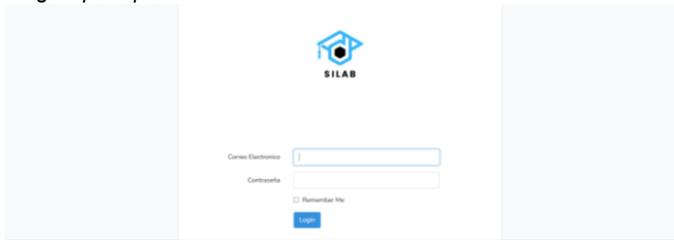
La página web está hospedada en <http://silab.itslerdo.edu.mx> y las características del servidor en donde se instaló el sistema son las siguientes:

Marca servidor físico Hp ProLiant DL380 Gen9  
Memoria Ram 4 GB virtuales  
Procesador Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 v3 @ 2.30GHz  
2 núcleos virtuales  
150gb espacio en DD  
2 tarjetas de red virtuales gigabit  
php 7.4.33  
composer 2.7.6  
S.O. Ubuntu 24.04 LTS  
MySQL 8.0.39

**B. Pantallas del software.**

En la figura 11, se muestra la página principal del sistema SILAB de inicio de sistema

**Figura 11**  
Página principal de inicio del sistema.

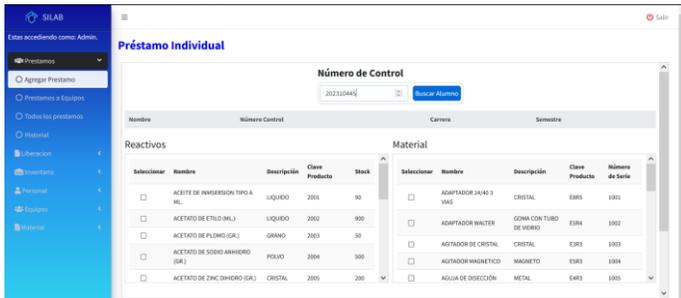


Después de haber iniciado sesión como administrador, se despliegan en el menú los módulos de: Prestamos, Liberación, Inventarios, Personal, Equipos y Material.

**Módulo de Préstamos:**

En este módulo contiene los submódulos de: Agregar prestamos, Prestamos a equipos, Todos los prestamos e Historial. En la figura 12 se puede observar que, a través del número de control del alumno, se realizan prestamos individuales, en donde se le asigna (asocia) el material y los reactivos que utiliza el alumno para la práctica. Aquí se pueden realizar las acciones de borrar o agregar un artículo.

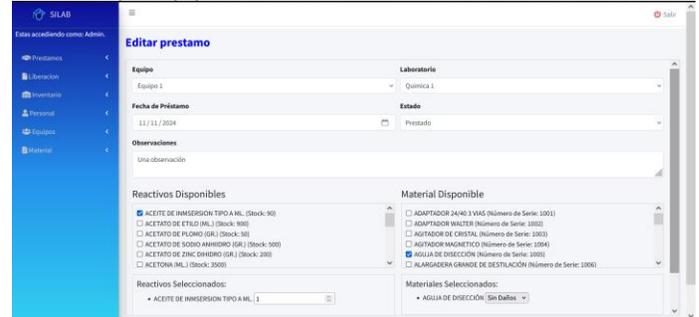
**Figura 12**  
Préstamos individuales



En el submódulo de préstamos equipos se adaptó a las necesidades del departamento en donde se solicitó asignar equipos de trabajo para el préstamo de recursos, debido a que algunos son de alto costo y es necesario que todos los integrantes del equipo se hagan responsables de la reparación del daño, en caso de ser necesario y de esa manera reportarlos a servicios escolares para que sean bloqueados en el sistema y no puedan inscribirse el próximo semestre.

En la figura 13 se muestra como a través de un formulario en el que se ingresan los datos para registrar un nuevo préstamo, incluyendo información del equipo, laboratorio, fecha del préstamo, los materiales y los reactivos.

**Figura 13**  
Préstamos por equipos.



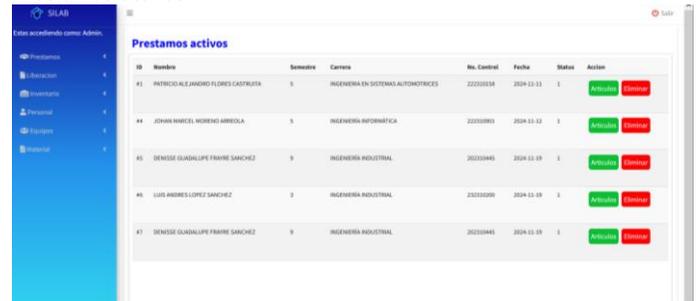
Aquí el administrador tiene la opción de visualizar el préstamo, editarlo o bien eliminarlo como se muestra en la figura 14.

**Figura 14**  
Visualización de préstamo por equipos.



En el submódulo todos los préstamos, el administrador puede ver todos los prestamos activos, como se muestra en la figura 15. Aquí se pueden revisar los artículos que se tienen prestados o se puede eliminar en caso de que ya se devuelvan al laboratorista.

**Figura 15.**  
Préstamos activos.



En el submódulo de Historial se muestra el registro de todos los prestamos realizados en el sistema, como se muestra en la figura 16. Aquí hay una opción para que el administrador descargue la lista y el sistema la exporte en un formato descargable (PDF), como se muestra en la figura 17.

**Figura 16**  
*Historial de todos los préstamos.*

ID	Nombre	Semestre	Carrera	No. Control	Fecha	Status
#7	DENISE GUADALUPE FARRIE SANCHEZ	9	INGENIERIA INDUSTRIAL	20231045	2024-11-19	1
#6	LUIS ANDRES LOPEZ SANCHEZ	3	INGENIERIA INDUSTRIAL	23231020	2024-11-19	0
#5	DENISE GUADALUPE FARRIE SANCHEZ	9	INGENIERIA INDUSTRIAL	20231045	2024-11-19	1
#4	JOHAN MARCEL MORENO ARREOLA	5	INGENIERIA INFORMATICA	22231091	2024-11-12	1
#3	PATRICIO ALEJANDRO FLORES CASTRUITA	5	INGENIERIA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES	22231058	2024-11-11	1

**Figura 17.** *Descarga de lista de préstamos.*

ID	Nombre	Semestre	Carrera	No. Control	Fecha	Status
#3	PATRICIO ALEJANDRO FLORES CASTRUITA	5	INGENIERIA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES	22231058	2024-11-11	1
#4	JOHAN MARCEL MORENO ARREOLA	5	INGENIERIA INFORMATICA	22231091	2024-11-12	1
#5	DENISE GUADALUPE FARRIE SANCHEZ	9	INGENIERIA INDUSTRIAL	20231045	2024-11-19	1
#7	DENISE GUADALUPE FARRIE SANCHEZ	9	INGENIERIA INDUSTRIAL	20231045	2024-11-19	1

**Módulo de Liberación:**

En este módulo contiene los submódulos de: Pendientes, Cancelados y Liberados.

En el submódulo de **Pendientes**, se muestra una lista de los alumnos que solicitan su carta de liberación que no tienen adeudos, el administrador podrá liberar su carta o anular la solicitud, como se ve en la figura 18.

**Figura 18**  
*Trámites pendientes*

ID	Fecha	Oficio	No. Folio	No. Control	Acción
2	2024-11-12	2	22179	20231021	Liberar Anular

En el submódulo de **Cancelados**, se muestra una lista de solicitudes de cartas de liberación que han sido anuladas, como se puede ver en la figura 19 Trámites terminados.

**Figura 19**  
*Trámites terminados.*

ID	Trámite	Fecha	Folio	Progreso	Porcentaje
#1	Temporal	2024-11-11	30414	100%	100%
#2	Regular	2024-11-12	22179	100%	100%

En el submódulo de **Liberados** indica las cartas de no adeudo que se han liberado con éxito, como se muestra en la figura 20 Trámites liberados.

**Figura 20**  
*Trámites liberados.*

ID	Trámite	Fecha	Folio	Progreso	Porcentaje	Documento
#2	Regular	2024-11-12	22179	100%	100%	Descargar
#1	Temporal	2024-11-11	30414	100%	100%	Descargar

En la opción **Descargar** se descarga la carta de liberación del alumno que se han liberado con éxito. Ver figura 21 Carta de liberación.

**Figura 21**  
*Carta de liberación.*

**Carta Liberacion**

Alumno: KARLA AIME CAMPOS AGUIRRE  
 Numero de control: 202311021  
 Tipo de carta: Regular  
 Folio de carta: 22179

Se hace constar que la presente carta fue entregada por el departamento de financieros unica y exclusivamente para uso dentro de los diferentes tramites dentro del Tecnológico

Atentamente Dpto. Financieros

**Módulo de Inventarios:**

En este módulo contiene los submódulos de: Materiales y Reactivos.

En el submódulo de **Materiales**, se gestiona el inventario disponible para préstamo o uso de equipos o maquinaria, en el botón **Agregar artículo**, permite añadir un nuevo artículo al inventario; en este submódulo, también están las opciones de **Editar** y **eliminar**. Véase figura 22.

**Figura 22**  
Submódulo de materiales.

ID	Nombre	Descripción	Stock	Status	Numero Serie	Laboratorio	Accion
1	ADAPTADOR ZAINO 3 VAS	CRISTAL	1	1001	Química 1	Editar Eliminar	
2	ADAPTADOR WALTER	COMA CON TURO DE VIDRIO	1	1002	Química 1	Editar Eliminar	
3	ADAPTADOR DE CRISTAL	CRISTAL	1	1003	Química 1	Editar Eliminar	
4	ADITADOR MAGNETICO	MAGNETO	1	1004	Química 1	Editar Eliminar	
5	AGUIJA DE SECCION	METAL	1	1005	Química 1	Editar Eliminar	
6	ALMAGRETA GRANDE DE DESTILACION	VIDRIO	1	1006	Química 1	Editar Eliminar	
7	ALMAGRETA PEQUEÑA	VIDRIO	1	1007	Química 1	Editar Eliminar	
8	ANILLO DE HIERRO	ACERO	1	1008	Química 1	Editar Eliminar	
9	ASA BACTERIOLOGICA	PLASTICO	1	1009	Química 1	Editar Eliminar	
10	BANDEJA	METAL	1	1010	Química 1	Editar Eliminar	
11	BISTURI/ESCALPELO	METAL	1	1011	Química 1	Editar Eliminar	

En el submódulo de **Reactivos**, se gestiona el inventario disponible para uso de reactivos necesarios para alguna práctica; en el botón Agregar artículo, permite incluir nuevos reactivos al inventario; en este submódulo, también están las opciones de Editar y Eliminar; los cuales sirven para modificar o eliminar la información de algún reactivo en el inventario, según sea el caso Véase figura 23.

**Figura 23**  
Listado de reactivos.

ID	Nombre	Descripción	Stock	Status	Clase Producto	Laboratorio	Accion
1	ACEITE DE IMERSION TIPO A ML	LIQUIDO	90	Activo	2001	Química 1	Editar Eliminar
2	ACETATO DE ETILO (ML)	LIQUIDO	900	Activo	2002	Química 1	Editar Eliminar
3	ACETATO DE PLOMO (G/L)	GRANO	50	Activo	2003	Química 1	Editar Eliminar
4	ACETATO DE SODIO ANHIDRO (GR)	POLVO	500	Activo	2004	Química 1	Editar Eliminar
5	ACETATO DE ZINC ANHIDRO (GR)	CRISTAL	200	Activo	2005	Química 1	Editar Eliminar
6	ACETONA (ML)	LIQUIDO	3000	Activo	2006	Química 1	Editar Eliminar
7	ACE TRONTRALO (ML)	LIQUIDO	800	Activo	2007	Química 1	Editar Eliminar
8	ACIDO ACETICO GLACIAL (ML)	LIQUIDO	1500	Activo	2008	Química 1	Editar Eliminar
9	ACIDO ASCORBICO (GR)	CRISTAL	400	Activo	2009	Química 1	Editar Eliminar
10	ACIDO BENZOICO (GR)	POLVO	1200	Activo	2010	Química 1	Editar Eliminar
11	ACIDO BORICO (GR)	POLVO	1500	Activo	2011	Química 1	Editar Eliminar

**Módulo de Personal:**

En este módulo contiene los submódulos de: Agregar alumno, Importar alumnos y Agregar Profesor.

En el submódulo de **Agregar alumno**, tiene la opción de registrar un nuevo alumno en el sistema, para el caso en que no esté registrado, como se muestra en la figura 24.

**Figura 24**  
Agregar alumno al sistema.

En el submódulo **Importar alumnos**, permite cargar un listado de alumnos a partir de un archivo externo. Como se puede mostrar en la figura 25. En el botón de descargar formato de

alumnos, se descarga una plantilla en Excel para que el administrador pueda llenar un listado con los nombres de los alumnos, como lo indica la plantilla y después subir el archivo para cargarlos al sistema. Como se puede apreciar en la figura 26.

**Figura 25**  
Importar alumnos.

**Figura 26**  
Plantilla en Excel.

(Número)	Nombre(s)	Apellido P	Apellido M	Carrera	Semestre
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

En el submódulo **Agregar profesor**, realiza lo mismo que en agregar alumnos, pero para profesores.

**Módulo de Equipos:**

En este módulo contiene el submódulo de: Gestionar equipo. En el submódulo de **Gestionar equipo**, muestra la organización de como están estructurados los equipos, que el docente debió haber creado con su usuario.

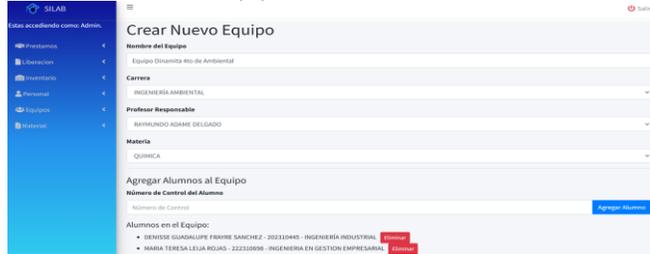
En esta vista se muestra la interfaz principal para administrar los equipos, donde se pueden ver los equipos disponibles, su estado, y realizar acciones específicas de gestión, como lo son Crear, editar y eliminar como se muestra en la figura 27 Gestionar equipos.

**Figura 27**  
Gestionar equipos.

Nombre del Equipo	Materia	Profesor Responsable	Alumnos	Acciones
equipo 1	FISICOQUIMICA 1	IRMA TINOCO ALCAZAR	• ANDREA RIVAS HERRERA	Editar Eliminar
equipo 2	FISICOQUIMICA 1	IRMA TINOCO ALCAZAR	• JORGE OMAR MORALES LIRIO • JESUS RUBEN SANDOVAL CORTES	Editar Eliminar
equipo 3	FISICOQUIMICA 1	NANCY VICTORIA TORRES RAMOS	• PATRICIO ALEJANDRO FLORES CASTRUTA	Editar Eliminar
equipo 4	FISICOQUIMICA 1	IRVINGUNDO ADAME DELGADO	• IRVINGUNDO JESUS ANDRADE LUGO	Editar Eliminar

Para crear un equipo se proporciona un formulario donde los usuarios pueden ingresar la información necesaria para añadir un nuevo equipo al sistema, como nombre, carrera, profesor responsable y materia. Como se puede apreciar en la figura 28.

**Figura 28**  
*Creación de un nuevo equipo.*



Por otro lado, en la figura 29 muestra la interfaz para modificar los datos de un equipo ya existente, permitiendo ajustes en sus características o información asociada.

**Figura 29**  
*Edición de equipo.*

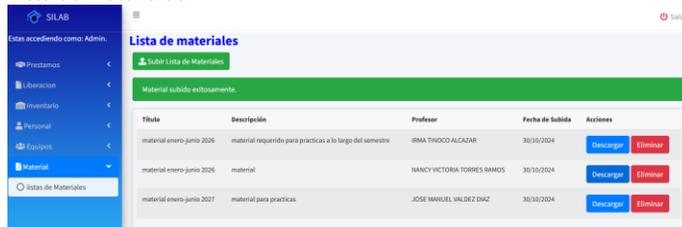


## Módulo de Material

En este módulo contiene el submódulo de: Lista de materiales

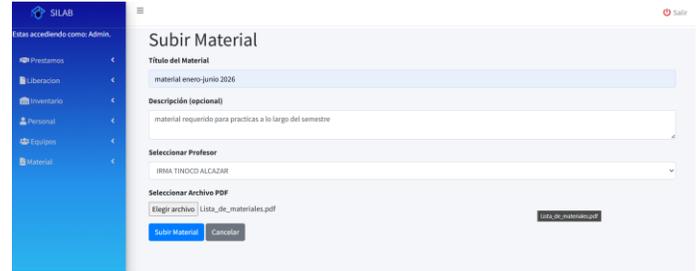
En el submódulo **Lista de materiales**; muestra una vista de una lista de materiales disponibles para las prácticas, facilitando la gestión y selección del material necesario, como se puede ver en la figura 30.

**Figura 30**  
*Lista de materiales.*



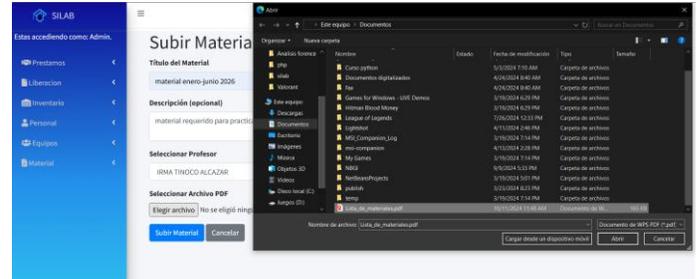
Teniendo las opciones de subir listado de materiales, descargar y eliminar. En el botón de subir material se presenta un formulario donde los usuarios pueden cargar nuevas listas de materiales al sistema, especificando el tipo de material, su uso, como el profesor que lo solicita y otros detalles. Como se muestra en la figura 31

**Figura 31**  
*Subir material.*



Esta figura 32 muestra la opción de cargar documentos en formato PDF para facilitar el acceso y la visualización de materiales en este formato.

**Figura 32**  
*Subir archivo de lista de material.*



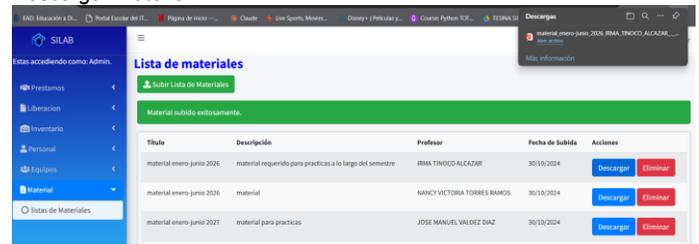
Después de subir la lista de material, se actualiza la vista Lista de materiales como se muestra en la figura 33.

**Figura 33**  
*Lista de materiales.*



En el botón de descargar, permite que el usuario descargue las listas de materiales, como se muestra la interfaz en la figura 34 para descargar el material registrado, permitiendo a los usuarios obtener los archivos en sus dispositivos.

**Figura 34**  
*Descargar material.*



La figura 35 se muestra la lista en formato PDF que los administradores podrán descargar para visualizar los materiales que los profesores solicitaron para el respectivo semestre.

**Figura 35**  
*Lista de materiales solicitados por los profesores.*

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE LERDO

NOMBRE DEL FORMULARIO: Lista de Materiales CÓDIGO: F-04-01-004  
RESPONSABLE: Jefe de la División de Ingeniería Industrial SECCIÓN: 00000001  
CÓDIGO: 00000001

Clase del Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Diseño: \_\_\_\_\_ # Alumnos considerados: \_\_\_\_\_  
Laboratorio: \_\_\_\_\_

INSTRUCCIÓN: Cerrar formular completamente sus datos para poder evaluar su lista

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS  
(requisitos para el desarrollo de las prácticas)

No.	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	NOMBRE	DATOS TÉCNICOS	PRÁCTICA(S)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

NOTA: Ajustar más celdas o así lo requiere.  
Ajustar NA si no aplica.

### C. Resultados de las pruebas, verificación e implementación.

El sistema desarrollado integra diversos métodos, librerías y controladores, lo que implicó una arquitectura compleja. Para garantizar su correcto funcionamiento, se aplicaron pruebas unitarias a nivel local, lo cual permitió validar individualmente cada módulo antes de su integración en el servidor institucional. Esta estrategia redujo significativamente los errores en etapas posteriores de implementación.

Posteriormente en coordinación con el Centro de Cómputo, se realizó la migración del sistema al servidor institucional, lo que permitió validar su funcionamiento en un entorno real y capacitar al personal operativo (como se muestra en la figura 36).

**Figura 36**  
*Capacitación del personal administrativo para el uso del SILAB.*



Durante las pruebas de funcionamiento en operación todo quedó funcional, se utilizaron los roles de administrador, laboratorista, profesor y alumno, y se llevó a cabo la carga de los datos reales de alumnos, profesores y materiales en el laboratorio de Ambiental, que además gestiona los laboratorios de Química 1, Química 2 y Física.

Cabe mencionar que hasta el momento es el primer módulo de todo lo que va a involucrar el sistema, ya que falta desarrollar el software para los demás departamentos como los laboratorios de Industrial, electrónica y electromecánica, servicios

extraescolares, centro de cómputo, centro de información, entre otros. Ya se están trabajando con el análisis para el desarrollo de SILAB en centro de cómputo, servicios extraescolares y centro de información.

La evaluación del sistema por parte de los usuarios mostró un alto nivel de aceptación, con siete aspectos clave alcanzando un promedio de satisfacción del 80 % en una escala de Likert de 5 puntos. Entre los elementos mejor valorados se encuentran: la mejora en la eficiencia operativa; el seguimiento claro y transparente del proceso de liberación; la precisión y eficiencia en el registro y actualización del inventario; la confiabilidad de los registros del módulo de préstamos; la recomendación de adaptación e implementación del sistema en otros laboratorios o departamentos; y la reducción del tiempo para obtener la carta de no adeudo del laboratorio, pasando de un estimado de 20–25 minutos a solo 5–10 minutos, lo que representa una mejora operativa con una reducción del tiempo de atención de entre el 50 % y el 80 %.

Por otro lado, ciertos aspectos evaluados alcanzaron niveles de satisfacción intermedios, con promedios entre el 60 % y 70 %. Estos resultados reflejan áreas donde, si bien el sistema es funcional, aún existen retos vinculados a la transición del modelo tradicional hacia uno automatizado. Entre estos aspectos se incluyen: la percepción sobre la disminución de la carga administrativa mediante la automatización, la facilidad de uso del módulo de préstamos, la gestión eficiente de adeudos y la reducción de errores o confusiones entre usuarios. Estas respuestas sugieren que, aunque el sistema ha sido bien recibido, algunos usuarios enfrentan dificultades al adaptarse a un entorno digital que, a pesar de estar diseñado para facilitar procesos, implica la adquisición de nuevas competencias tecnológicas.

## IV. CONCLUSIONES

Estos hallazgos evidencian que el sistema contribuye de forma significativa a la optimización de los procesos administrativos y a la mejora de la gestión operativa, sin dejar de lado la importancia de la mejora continua como un proceso esencial para su evolución, adaptación institucional y perfeccionamiento constante.

La implementación del sistema web SILAB ha demostrado ser una solución efectiva y medible para optimizar el control y la gestión en los laboratorios y áreas administrativas del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Mediante el uso de una metodología de desarrollo evolutiva incremental, se ha logrado adaptar el sistema a las necesidades específicas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental y Química.

La estructura modular del sistema ha facilitado la ejecución de tareas específicas para diferentes usuarios, incluyendo estudiantes y personal administrativo. Esta modularidad ha contribuido directamente a la eficiencia operativa y al mismo tiempo, ha garantizado la escalabilidad del sistema, permitiendo su extensión futura a otros departamentos, como Industrial, Electrónica y Electromecánica, así como próximamente al Centro de Cómputo, servicios extraescolares y centro de información.

Entre los hallazgos más relevantes destacan mejoras cuantificables, como la reducción del 50 % al 80 % en el tiempo de atención para la emisión de la carta de no adeudo del laboratorio (pasando de 20–25 minutos a 5–10 minutos) Estos resultados responden directamente al objetivo de optimizar los procesos administrativos mediante una solución tecnológica adaptable. La evaluación realizada por los usuarios administrativos, basada en una escala de Likert de 5 puntos, arrojó un promedio de aceptación del 80 % en siete aspectos clave relacionados con eficiencia, trazabilidad y confiabilidad. Otros aspectos, como la automatización del proceso y la facilidad de uso del módulo de préstamos, obtuvieron niveles intermedios de aceptación (60–70 %), reflejando el reto natural de transición desde métodos manuales hacia plataformas digitales, y destacando la necesidad de fortalecer procesos de capacitación y adopción tecnológica.

En síntesis, SILAB representa una herramienta tecnológica eficiente, escalable y adaptable, cuya implementación no solo ha logrado cumplir con los objetivos planteados, sino que también sienta las bases para su expansión institucional. Se reconoce la mejora continua como un eje fundamental para seguir evaluando el funcionamiento del sistema, detectar nuevas áreas de oportunidad y asegurar su evolución acorde a las demandas de cada departamento y usuario.

## V. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron al éxito del desarrollo de software. En particular, agradecemos al M.D.G.P.T. Jesús Alejandro Valdés Nieblas, subdirector de Posgrado e Investigación del ITSL por su apoyo en todas las actividades del proyecto, a los colaboradores por su orientación, conocimientos y comentarios, que fueron invaluable para la elaboración de este trabajo. Agradecemos su dedicación y apoyo constante. Al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico Superior de Lerdo: por proporcionarnos el entorno propicio para llevar a cabo nuestra investigación. Su infraestructura, recursos y comunidad académica fueron fundamentales para nuestro estudio. A todos los estudiantes por su participación en este proyecto, su dedicación y compromiso. Sin su esfuerzo y creatividad, no habríamos alcanzado nuestros objetivos. ¡Gracias a todos por su importante contribución!

## VI. REFERENCIAS

FileZilla Documentation. (2024). *FileZilla Project*. Recuperado de <https://filezilla-project.org/documentation.php>.

González, L., & Hernández, R. (2021). *Gestión de procesos administrativos en instituciones educativas: Retos y soluciones digitales*. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 12(34), 45–58.

Gutiérrez, M., & Salinas, A. (2019). *Transformación digital en la educación superior: automatización y calidad institucional*. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 18(1), 22–37.

Herrera Cáceres, C. y Rosillo Peña, M. (2019). *Confort y eficiencia energética en el diseño de edificaciones*. *Universidad del Valle*.

Jacobs, M., et al. (4 de agosto de 2023). *¿Qué es Git? Microsoft Learn*. <https://learn.microsoft.com/es-es/devops/develop/git/what-is-git>

Kolade, C. (26 de enero de 2023). *Qué es HTML – Definición y significado de lenguaje de marcado de hipertexto*. *freeCodeCamp*. <https://www.freecodecamp.org/espanol/news/que-es-html-definicion-y-significado-de-lenguaje-de-marcado-de-hipertexto/>

Mancuzo, G. (7 de junio de 2021). *¿Cómo funciona el modelo incremental? ComparaSoftware*. <https://blog.comparasoftware.com/como-funciona-el-modelo-incremental/>

Martínez, P., Torres, J., & Delgado, F. (2020). *Desarrollo de sistemas web para la gestión académica: Caso de estudio en una universidad pública mexicana*. *Revista de Innovación Educativa*, 16(3), 78–91.

Morales, J. (4 de marzo de 2023). *¿Qué es Laravel y cuáles son sus beneficios para desarrollo? WWWhat's new*. <https://www.whatsnew.com/2023/03/06/que-es-laravel-y-cuales-son-sus-beneficios-para-desarrollo-web/>

MySQL. (2025). *MySQL Workbench*. *¿Qué es MySQL Workbench y su función?* <https://www.mysql.com/products/workbench/>

NeoAttack. (12 de agosto de 2024). *¿Qué es el CSS y para qué sirve?* *Neowiki*. <https://neoattack.com/neowiki/css/>

OBS Business School. (2024). *Características y fases del modelo incremental*. <https://www.obsbusiness.school/blog/caracteristicas-y-fases-del-modelo-incremental>

Php. (2024). *¿Qué es PHP?* <https://www.php.net/manual/es/intro-whatis.php>

phpMyAdmin Documentation. (2024). *phpMyAdmin*. <https://www.phpmyadmin.net/docs/>

Ramírez, S., & López, D. (2022). *Interfaces centradas en el usuario para sistemas de gestión educativa*. *Informática Educativa*, 20(2), 101–115.

Suárez, D. (14 de octubre de 2024). *Qué es Bootstrap y cómo usarlo*. *Raiola Networks*. <https://raiolanetworks.es/blog/bootstrap/>

UNESCO. (2022). *Transforming Education Through Digital Technologies*. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. <https://unesdoc.unesco.org/>

Urrutia, D. (28 de enero de 2024). *Qué es JavaScript*. *Arimetrics*. <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/javascript>

Visual Studio Code. (2024). *Visual Studio Code*. *Microsoft*. <https://code.visualstudio.com/>

Figura 10  
Modelo de base de datos

