Sistema Web para la Gestión de una Clínica Veterinaria

Web System for Veterinary Clinic Management

DOI: http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc
Artículo de Investigación Científica. Fecha de Recepción: , Fecha de Aceptación:.

José Rafael Hoyos Murillo
Fundación Universitaria de Popayán. Popayán Colombia
rafinha77fup@gmail.com

Edward Daniel Cruz Navia
Fundación Universitaria de Popayán. Popayán Colombia
edward.cruzn@gmail.com

Jhonatan Winston Sotelo
Fundación Universitaria de Popayán. Popayán Colombia
winstonjss15@gmail.com

Estiven Méndez
Fundación Universitaria de Popayán. Popayán Colombia
estivenmendezr@gmail.com

Resumen

La implantación de herramientas tecnológicas en las clínicas veterinarias es esencial para superar las limitaciones de los métodos manuales en la gestión de procesos clínicos y administrativos, como el agendamiento de citas y el manejo de historiales médicos. Este proyecto propone el desarrollo de un prototipo basado en una **arquitectura de N-capas**, con despliegue en **AWS**, que optimiza los procesos mediante escalabilidad, eficiencia y un diseño *"responsive"*. Usando la metodología **Design Thinking**, se llevaron a cabo fases clave como el diseño del sistema, la construcción de **dashboards**, bases de datos en **MySQL** y una interfaz amigable que mejorar los procesos de la organización y la calidad del servicio ofrecido.

El sistema integra funcionalidades esenciales, entre las que destacan: el registro de usuarios (veterinarios, clientes y mascotas), la gestión automatizada de citas y la actualización de historiales clínicos. También incorpora un dashboard interactivo que presenta métricas relevantes, como estadísticas de citas, diagnósticos y vacunas, lo que facilita la toma de decisiones administrativas y mejora la eficiencia operativa. Estas innovaciones fortalecen la experiencia del cliente y optimizan el control administrativo y médico en las clínicas veterinarias.

Palabras clave

Amazon Web Services, Arquitectura de N-capas, Design Thinking, Clínicas Veterinarias.

Abstract

© The author; licensee Universidad de la Costa - CUC.

The technology tools implementation in veterinary clinics is essential to overcome the limitations of manual methods in the management of clinical and administrative processes, such as appointment scheduling and medical records handling.

This project proposes the development of a prototype based on a layered architecture, with deployment on AWS, that optimizes processes through scalability, efficiency and a responsible design. Using the Design Thinking methodology, key phases were carried out such as system design, the construction of dashboards, MySQL databases and a user-friendly interface that improves both the organization and the quality of the service offered.

The system incorporates essential functionalities, like users, veterinarians, clients and pets registration, automated appointment management and clinical history updating. It also incorporates an interactive dashboard that displays relevant metrics, such as appointment, diagnosis and vaccination statistics, facilitating administrative decision-making and improving operational efficiency. These innovations strengthen the client experience and optimize administrative and medical management in veterinary clinics.

Key Words

Amazon Web Services, n-tier architecture, Design Thinking, Veterinary Clinics.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el cuidado de las mascotas cobró una importancia significativa a nivel mundial, consolidándose como un componente esencial en los hogares modernos. Según datos de la Asociación Mundial de Veterinarios, el 57% de los hogares a nivel global cuenta con al menos una mascota, lo cual ha generado un aumento considerable en la demanda de servicios veterinarios [1]. Este crecimiento reflejó un cambio en la percepción de las mascotas como miembros de la familia y un compromiso mayor hacia su bienestar, impulsando el desarrollo de tecnologías y servicios especializados en el ámbito veterinario.

En Colombia, este comportamiento se evidenció en el aumento de clínicas veterinarias y consultas relacionadas con el cuidado animal. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para 2023, más del 40% de los hogares colombianos tenían al menos una mascota, destacando a los perros y gatos como los más comunes [2]. Ciudades como Bogotá, Medellín y Cali concentraron gran parte de los servicios veterinarios especializados, mientras que localidades más pequeñas enfrentaron limitaciones significativas en cuanto al acceso a tecnologías modernas para la atención y gestión veterinaria. Este panorama subrayó no solo la necesidad de fortalecer la infraestructura tecnológica del sector veterinario a nivel local, sino también de implementar soluciones innovadoras que permitan una gestión integral y escalable de los servicios [3]. Es en este contexto, la arquitectura de n capas emerge como una herramienta clave, ofreciendo un enfoque estructurado para el desarrollo de sistemas tecnológicos que respondan a las crecientes demandas del sector.

La arquitectura de N-Capas se destaca como una solución tecnológica idónea para abordar estas problemáticas debido a su capacidad de organizar y dividir las responsabilidades del sistema en diferentes niveles, como presentación, lógica de negocio y acceso a datos [4]. Esta arquitectura, permite desarrollar, mantener y escalar cada componente de forma independiente, mejorando la mantenibilidad y confiabilidad del sistema. Además, autores pioneros en la arquitectura de software, como Fowler (2002) [5], Clements et al. (2003) [6], y Bass et al. (2003) [7], han evidenciado las ventajas de este enfoque, señalando que facilita no solo la integración de nuevas funcionalidades, sino también el mantenimiento y la actualización de los sistemas sin afectar otras capas. De esta manera, la implementación de una arquitectura de N-Capas en un sistema web para una clínica veterinaria se presentó como una solución tecnológica ideal para mejorar la eficiencia operativa, garantizando tanto la escalabilidad como la alta disponibilidad, esenciales en el sector.

Por otro lado, el despliegue en la nube mediante plataformas como AWS complementó estas ventajas, proporcionando escalabilidad, seguridad y gestión centralizada de recursos. Herramientas como AWS Control Tower simplificaron la creación de infraestructuras seguras y escalables, mientras que las políticas de control de servicios reforzaron la seguridad mediante la administración centralizada de permisos [8]. Estas características aseguraron que las aplicaciones basadas en arquitecturas de N-Capas fueran robustas y capaces de cumplir con los estándares de seguridad y eficiencia operativa requeridos en el ámbito veterinario.

El objetivo de este proyecto consistió en desarrollar un sistema web para una clínica veterinaria, utilizando la arquitectura de software de N-Capas, combinada con el despliegue en la nube mediante Amazon Web Services (AWS). Este enfoque permitió organizar el sistema en niveles independientes, como la presentación, la lógica de negocio y el acceso a datos, lo que resultó en una solución modular, escalable y robusta. Además, se integraron herramientas como AWS Control Tower para garantizar una administración eficiente y segura de los recursos. La implementación de este sistema no solo mejoró la eficiencia operativa y la seguridad en la clínica, sino que también proporcionó un modelo

replicable para otros sectores que enfrentan desafíos similares relacionados con la gestión tecnológica y la automatización de procesos.

Este artículo se estructura de la siguiente manera: inicialmente, se presenta un análisis de trabajos relacionados que han explorado el desarrollo de sistemas web, tanto en el contexto de clínicas veterinarias como en otros sectores, destacando enfoques basados en la arquitectura de N-Capas y el despliegue en la nube mediante plataformas como AWS. Posteriormente, se detalla las fases de la metodología de Design Thinking que fue usada para resolver la problemática, la cual permitió la creación de un prototipo funcional. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos con la implementación del sistema en la clínica veterinaria, exponiendo las conclusiones finales de la investigación y destacando los puntos positivos de la solución propuesta, especialmente su aplicabilidad en otros contextos empresariales.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

La gestión y administración de clínicas veterinarias, enfocados en mejorar la experiencia del usuario y optimizar los procesos internos. A través de herramientas como Framework, Apache Tomcat, MySQL y PHP, se desarrollan soluciones tecnológicas que permiten la programación de citas, la administración de información y la comunicación de servicios. Además, se exploran las implicaciones de la computación en la nube y las arquitecturas de microservicios, destacando su potencial para mejorar la escalabilidad, eficiencia y seguridad de las aplicaciones, especialmente en sectores como la salud. En la Tabla 1 se presentan las principales investigaciones relacionadas con estos temas.

Tabla 1. Trabajos relacionados.

Referencia	Objetivo	Métodos y/o herramientas	Contribuciones
[9]	Desarrollar e implementar un sistema informático que permita controlar y gestionar los procesos clínicos administrativos que se realizan en la Veterinaria Mascotas, mediante el uso de herramientas web como ZK Framework, Apache Tomcat y MySQL server.	Entre las herramientas tecnológicas aprovechadas para el desarrollo del sistema se encuentra Eclipse Juno utilizada para el diseño y codificación de las interfaces aplicando el lenguaje JavaScript y el Framework ZK. El servidor web utilizado fue Apache-Tomcat y el sistema gestor de base de datos MySQL. La metodología de desarrollo de software aplicada fue la iterativa.	El artículo proporciona aportes al trabajo realizado, debido a que el enfoque del proyecto en el uso de herramientas tecnológicas ayuda a mejorar la gestión de dichas clínicas veterinarias, además de su eficiencia operativa, lo cual es aplicable al proyecto.
[10]	Desarrollar un sistema de gestión para la clínica veterinaria V Care Animal Clinic, que facilite la administración de información, la programación de citas y la comunicación de los servicios de tratamiento, mejorando la experiencia de los usuarios y optimizando los procesos internos.	Se utilizó un enfoque iterativo estructurado con herramientas como PHP para la programación, MySQL para la base de datos, XAMPP para el servidor web, y Lucidchart para diagramas. Además, se usa el sistema operativo empleado por Microsoft Windows 10.	El sistema permite a los clientes agendar citas en línea, recibir notificaciones de recordatorios, realizar pagos en línea y acceder a información detallada sobre tratamientos. Además, simplifica la gestión administrativa, ahorrando tiempo tanto a usuarios como al personal de la clínica.
[11]	Los objetivos de este sistema son diseñar una gestión de clínicas veterinarias utilizando un enfoque estructurado y desarrollar un sitio web para la gestión de clínicas veterinarias. Este proyecto tendrá dos tipos de usuarios objetivo: el usuario	Para implementar el sistema de gestión de clínicas veterinarias, se utilizó el lenguaje de programación PHP como base principal para el desarrollo, junto con CSS para diseñar las interfaces y los módulos del sistema. La base de datos fue gestionada con MySQL,	El sistema de gestión de clínicas veterinarias propuesto, mejora la administración de registros y citas, permitiendo a los propietarios de mascotas hacer reservas en línea. Utilizando tecnologías como PHP, MySQL y XAMPP, el sistema conecta eficientemente la base de datos y

	directo, que es el cliente dueño de una mascota, y los usuarios indirectos, que son los administradores y el personal de la clínica veterinaria.	utilizando PhpMyAdmin para la administración y conexión con el sistema. Además, el entorno de desarrollo incluyó el servidor XAMPP, que permitió conectar el sistema con la base de datos para su correcto funcionamiento.	facilita el manejo de información. Además, su diseño modular, que permite el acceso diferenciado para administradores, personal y clientes, optimiza la gestión de la clínica, reduciendo errores y duplicación de datos.
[12]	El principal objetivo de este estudio fue analizar la transformación de la computación en la nube, entendida como un nuevo paradigma tecnológico que ha impactado a nivel mundial. En particular, el artículo se centró en cómo la nube facilita el almacenamiento masivo de aplicaciones web y datos, permitiendo a empresas y usuarios acceder a servicios.	Se examinaron estudios previos sobre el manejo de la nube, el almacenamiento de datos y el uso de servidores en centros de datos. La investigación también exploró el impacto de grandes empresas tecnológicas como IBM, Microsoft y Amazon en el crecimiento y la adopción global de la computación en la nube, así como la migración de empresas grandes y pequeñas hacia esta tecnología.	Subraya cómo la adopción de la nube por parte de empresas y usuarios finales está generando una nueva era de accesibilidad a servicios y aplicaciones, lo que facilita la digitalización y la automatización. A través de esta tecnología, se logra una mayor eficiencia en la gestión de datos y recursos, lo que podría transformar la economía y la vida cotidiana de las personas. Sin embargo, el artículo también advierte sobre los desafíos en términos de protección de datos y privacidad, cuestiones que aún requieren soluciones robustas en este nuevo entorno digital.
[13]	El artículo tiene como objetivo principal identificar las herramientas en la nube existentes con el potencial de ser utilizadas en la digitalización industrial. Este análisis busca establecer un marco de referencia para un programa de investigación que apoye el desarrollo de estrategias de Industria 4.0 en pequeñas y medianas empresas (PYMES) de Colombia. A su vez, se pretende evaluar cómo la computación en la nube puede favorecer la digitalización de los procesos industriales, contribuyendo a la eficiencia y flexibilidad en la producción.	La investigación se basa en una revisión documental y descriptiva, explorando las herramientas de computación en la nube que pueden ser aprovechadas para la digitalización industrial. Estas herramientas permiten el acceso bajo demanda a recursos de computación configurables, tales como servidores, redes, almacenamiento y aplicaciones, que se pueden aprovisionar y liberar con mínima intervención del proveedor. Para cumplir con el objetivo del estudio, se revisan los desarrollos y avances tecnológicos en la computación en la nube desde su aparición y su aplicación en la industria.	Este artículo ofrece una perspectiva valiosa sobre cómo la computación en la nube actúa como una tecnología habilitadora para la Industria 4.0, contribuyendo a la digitalización de procesos industriales. Además, resalta el impacto de la nube en la eficiencia de las tecnologías de la información, al permitir la consolidación de recursos y la implementación de nuevas oportunidades de negocio. Los hallazgos proporcionan una base sólida para las PYMES en Colombia que buscan implementar la digitalización industrial, permitiéndoles acceder a tecnologías avanzadas.
[14]	El objetivo de este artículo es presentar el recorrido de Amazon en la construcción de una plataforma de comercio electrónico escalable y sólida. Se enfoca en las decisiones arquitectónicas clave, como la transición de una estructura monolítica a microservicios, el uso de AWS, DynamoDB y Elastic Load Balancing. El artículo también busca ofrecer implicaciones sobre mejores	El estudio utiliza un enfoque de análisis de caso para examinar cómo Amazon implementó tecnologías clave como DynamoDB para bases de datos de alto rendimiento y Elastic Load Balancing para garantizar la tolerancia a fallas. La plataforma se basa en microservicios utilizando Java y diversos servicios de AWS para mejorar la escalabilidad,	El artículo proporciona información valiosa sobre la transición de Amazon hacia una arquitectura de microservicios, con énfasis en el uso de servicios de la nube para mejorar la disponibilidad y el rendimiento. Además, presenta un análisis detallado de cómo estas soluciones tecnológicas han mejorado la escalabilidad, confiabilidad y rentabilidad de la plataforma, consolidando a

	prácticas para diseñar plataformas de comercio electrónico a gran escala, destacando los avances en escalabilidad, confiabilidad y rentabilidad.	confiabilidad y eficiencia del sistema.	Amazon como el mayor minorista en línea del mundo. Los hallazgos ofrecen valiosas lecciones sobre la construcción de plataformas de comercio electrónico nativas de la nube.
[15]	El objetivo de este artículo es explorar cómo la adopción de arquitecturas de microservicios en la nube puede resolver los desafíos de escalabilidad en aplicaciones de atención médica. Se busca mostrar cómo estos enfoques modulares mejoran la eficiencia operativa y la capacidad de adaptación de las aplicaciones.	El artículo analiza el uso de tecnologías basadas en la nube, como la contenedorización, la computación sin servidor y el equilibrio de carga. Se detallan las herramientas de proveedores como AWS y Google Cloud Platform para respaldar microservicios en el sector de salud.	Se subraya el potencial de los microservicios basados en la nube para mejorar la agilidad y la escalabilidad de las aplicaciones de atención médica, garantizando un mejor rendimiento, seguridad y accesibilidad en tiempo real, lo cual es crucial para la atención al paciente.

Fuente: Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto, se adoptó la metodología Design Thinking, un enfoque centrado en el usuario que facilita la resolución creativa de problemas mediante la comprensión profunda de las necesidades de los usuarios. Esta metodología se eligió debido a su capacidad para generar soluciones innovadoras a través de un proceso iterativo de cinco fases: empatizar, definir, idear, prototipar y testear (Ver Figura 1). Además, de permitir la colaboración entre los diferentes actores del proyecto, lo que facilita la integración de diversas perspectivas y asegura que el producto final cumpla con los requisitos tanto funcionales como de usabilidad [16]. Su flexibilidad y enfoque multidisciplinario fueron clave para abordar los retos planteados por el caso de estudio, permitiendo crear una solución adaptable y efectiva para el contexto específico de la clínica veterinaria.



Figura 1. Metodología Design Thinking para el desarrollo de un sistema web de una clínica veterinaria.
Fuente: Elaboración propia

1. Empatizar

En esta fase, la metodología Design Thinking propone comprender a fondo a los usuarios y sus necesidades. Para este proyecto, se partió de un caso de estudio ya establecido, que corresponde a una clínica veterinaria que requería implementar un sistema de software para gestionar las historias clínicas de los animales, las citas médicas y el control de

vacunas y tratamientos. Actualmente, estos procesos se manejan de manera manual mediante registros físicos, lo que genera dificultades tanto en el seguimiento adecuado de los animales como en el tiempo de atención, haciendo inviable un crecimiento adecuado del negocio y una atención de calidad para los clientes. Así, se partió de los requisitos previos dados por el cliente, lo que permitió avanzar rápidamente en la definición de la solución.

2. Definir

En esta fase, el equipo de desarrollo identificó claramente los requisitos del sistema y seleccionó las tecnologías más adecuadas para la clínica veterinaria:

- Para la base de datos, se utilizó el gestor de bases de datos relacionales MySQL, dada su confiabilidad y capacidad para manejar estructuras complejas requeridas por el sistema.

- Para el backend, se usó la herramienta Visual Studio 2022 con el lenguaje de programación C#, el cual se utilizó para implementar tanto la lógica de negocio como la capa de datos. Esta última como parte del backend, fue diseñada para interactuar directamente con la base de datos, encapsulando las operaciones de consulta y actualización a través de procedimientos almacenados, asegurando así un acceso seguro y eficiente.

- En el frontend, se utilizaron tecnologías web como HTML, CSS, JavaScript y Bootstrap, que ofrecieron flexibilidad en el diseño visual. Estas herramientas permitieron crear interfaces intuitivas y adaptables (responsive) a diferentes dispositivos, garantizando una experiencia accesible y eficiente para los usuarios del sistema.

3. Idear

En la fase de ideación, se realizó una lluvia de ideas para establecer las vistas y la estructura del sistema, enfocándose en los roles que cada usuario desempeñaría dentro de la plataforma. Se definieron cuatro roles principales: administrador, propietario, secretaria y veterinario, cada uno con permisos específicos para acceder y gestionar diferentes funciones del sistema. Para el desarrollo del software, se eligió la arquitectura de N-Capas debido a sus ventajas en términos de seguridad, escalabilidad y facilidad de mantenimiento. Esta arquitectura permite dividir el sistema en varias capas, lo que facilita la gestión de los datos, la lógica de negocio y la presentación de manera independiente. Además, se enfocó en garantizar que el sistema fuera seguro, escalable y pudiera adaptarse a futuros requerimientos sin comprometer su rendimiento.

4. Prototipar

Durante la fase de prototipar, se adoptó la metodología Scrum para organizar el trabajo en equipo y desarrollar el sistema de manera iterativa. Scrum permite planificar los trabajos en *"sprints"*, lo que facilitó la asignación de roles y tareas de manera eficiente. Cada sprint tuvo una duración determinada, durante la cual se desarrollaron características específicas del sistema, como la creación de vistas para cada rol y la integración de la base de datos con el backend y frontend. Al trabajar en sprints, se logró generar prototipos de las distintas funcionalidades del sistema, permitiendo evaluar el progreso de manera continua y realizar ajustes en función de los comentarios de los involucrados (Ver Tabla 2).

Durante esta fase, también se incorporó un dashboard interactivo en la capa de presentación para optimizar la visualización de información relevante para la clínica veterinaria. Este se desarrolló con Bootstrap, e incluyó gráficas y tarjetas dinámicas que mostraron métricas clave sobre el desempeño y la operación del sistema. Las características del dashboard fueron las siguientes:

- Cantidad de usuarios registrados: Indicó el número total de usuarios activos en la plataforma, desglosados por rol (usuarios, animales, propietarios y veterinarios).
- Cantidad de veterinarios activos: Mostró los veterinarios registrados en la clínica veterinaria y disponibles en el sistema, permitiendo a los administradores visualizar su carga laboral.
- Citas atendidas y pendientes: Representadas mediante gráficos de barras, facilitó el monitoreo del flujo de trabajo mensual y la planificación de recursos, con el fin de monitorear la productividad y gestión de las citas, optimizando los recursos y supervisando las tareas asignadas.
- Diagnósticos: Un gráfico de torta resumió el porcentaje de los diagnósticos, proporcionando datos útiles para la toma de decisiones clínicas. optimizando los recursos y permitiendo realizar seguimiento a los diagnósticos más frecuentes, registrados en las consultas atendidas en la veterinaria.
- Vacunas según diagnóstico: Se utilizó un gráfico de líneas para representar esta información, con el objetivo de identificar de manera clara cuál vacuna es la más utilizada en cada diagnóstico.

Tabla 2. Sprints de implementación del sistema web.

Sprint	Actividad	Descripción
Sprint 1: Base de datos y procedimientos almacenados	Definir la estructura de la base de datos y procedimientos almacenados	En este primer Sprint, se definió la estructura de la base de datos utilizando MySQL. Se especificaron las tablas necesarias, sus relaciones y los índices para optimizar el rendimiento. Se desarrollaron los procedimientos almacenados necesarios para automatizar las tareas del CRUD (Create, Read, Update, Delete).
Sprint 2: Capa de datos	Establecer la capa de datos	Se estableció la capa de datos, configurando la cadena de conexión con la base de datos y los métodos para interactuar con los procedimientos almacenados.
Sprint 3: Capa lógica	Crear métodos de la capa lógica	Se desarrollaron los métodos correspondientes a la capa lógica, los cuales permiten la interacción con la capa de datos para realizar las operaciones necesarias del sistema.
Sprint 4: Capa de presentación	Diseñar las interfaces gráficas	Se diseñó toda la parte visual del sistema. Se crean las interfaces gráficas que permiten la interacción del usuario con la aplicación, asegurando que la experiencia sea intuitiva y eficiente.
Sprint 5: Estilos y diseño responsivo	Aplicar estilos con Bootstrap, HTML y CSS, AWS	Se dio el diseño responsive utilizando Bootstrap, HTML y CSS para asegurar que la aplicación se adapte a diferentes tamaños de pantalla. Se aplicaron colores a las tablas, formularios y botones, y se implementaron alertas, barras de navegación y filtros para mejorar la usabilidad y accesibilidad. Además, se desarrolló un dashboard dinámico con tarjetas y gráficos para visualizar información clave, como citas atendidas, vacunas aplicadas y diagnósticos registrados, mejorando la toma de decisiones y la eficiencia operativa de la clínica.Se realizó el despliegue de la solución del software en la nube AWS.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 resume los pasos que se siguieron en el desarrollo del sistema de la clínica veterinaria, desde la definición de la base de datos hasta la implementación del diseño visual con tecnologías web.

5. Testear

La fase de testeo se realizó de manera continua a lo largo del desarrollo, con pruebas de funcionalidad en cada sprint para verificar que el sistema cumpliera con los requisitos establecidos. Se utilizaron pruebas unitarias para validar la lógica de negocio y pruebas de integración para asegurar que todas las capas del sistema funcionaran de manera adecuada. Además, se llevaron a cabo pruebas de usabilidad con un grupo reducido de usuarios, con el fin de identificar posibles mejoras en la interfaz y la experiencia del usuario. Finalmente, se realizaron pruebas de carga y seguridad para evaluar el rendimiento del sistema y su capacidad para manejar datos, garantizando que el sistema fuera seguro, escalable y robusto para ser utilizado en un entorno real.

IV. RESULTADOS

1. Funcionalidades del sistema

En la actualidad, las tecnologías de la información y las comunicaciones continúan avanzando y brindando soluciones a problemáticas que presenta la sociedad, facilitando los procesos y ofreciendo mejoras en cuanto a digitalización, eficiencia, innovación y automatización en la ejecución de actividades; el desarrollo de un Sistema Web para la Gestión de una Clínica Veterinaria, incluye algunas funcionalidades (Ver Figura 2), las cuales se han diseñado para satisfacer las necesidades administrativas de la clínica y las expectativas que pueden tener los clientes.

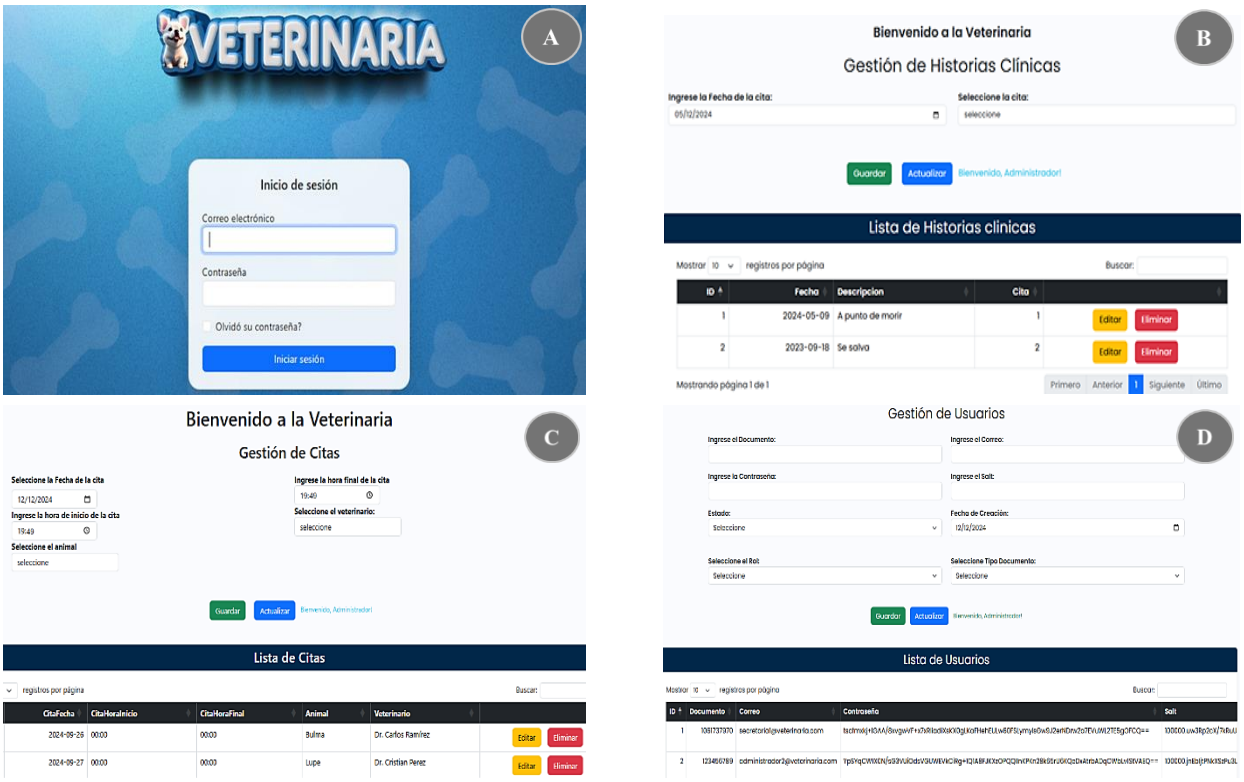

Figura 2. Funcionalidades del sistema. A. Inicio de sesión del sistema web de la clínica veterinaria. **B.** Historial clínico del sistema web de la clínica veterinaria. **C.** Gestión de citas del sistema web de la clínica veterinaria. **D.** Gestión de usuarios del sistema web de la clínica veterinaria. Fuente: Elaboración propia

A. Inicio de sesión.

Para acceder al sistema, se presenta una ventana con el inicio de sesión, donde se deben seguir los siguientes pasos, para el correcto ingreso:

- Introducir el usuario.
- Introducir la contraseña.
- Presionar o hacer clic en el botón “iniciar sesión”, para confirmar la operación e ingresar a la plataforma.
- Si olvidó su contraseña, debe comunicarse con el administrador de la veterinaria.

B. Historial clínico.

Los médicos veterinarios tienen la posibilidad de acceder y actualizar el historial de cada mascota, optimizando el tiempo de atención y garantizando un seguimiento adecuado. Dentro de este historial clínico se reflejan detalles como diagnósticos previos, tratamientos aplicados y resultados de exámenes, mejorando la precisión de los nuevos diagnósticos y tratamientos.

C. Gestión de citas.

Los clientes, mediante este sistema web pueden solicitar y cancelar citas de manera remota y de manera autónoma, sin necesidad de que haya intervención directa del personal de la veterinaria. Esta funcionalidad permite una mayor flexibilidad a los usuarios, optimiza tiempo tanto de los clientes como de la veterinaria, además de mejorar los procesos, reduciendo posibles errores.

D. Registro de usuarios, veterinarios, clientes y mascotas.

El sistema permite registrar a los usuarios administrativos como secretarios, veterinarios, propietarios, con un perfil propio en el que se asignan permisos específicos de acceso a la información según sus funciones. Por otro lado, el sistema permite registrar a los veterinarios, asignándoles un perfil, horarios de atención y consultorios.

Para el caso del cliente, cada uno cuenta con un identificador único como cédula de ciudadanía, tarjeta de identidad, pasaporte, cédula de extranjería y un registro detallado de cada mascota. Con esta información, la clínica llevará un control preciso, estructurado y organizado de cada mascota y su acudiente, los cuales tendrán datos actualizados de cada visita y tratamientos previos.

Registro de usuarios.

Para el registro de usuarios, se debe loguear con el usuario de administrador, posteriormente realizar los siguientes pasos:

- Iniciar sesión en el sistema como administrador, con usuario y contraseña.
- Ingresar a la opción seguridad.
- Ingresar a la opción usuarios.
- Diligenciar los usuarios, teniendo en cuenta los roles.

2. Dashboard.

Al ingresar a la página web de la veterinaria, ya sea como administrador, veterinario, secretaria o cliente, esta redirecciona al panel principal de la aplicación, permitiendo visualizar el dashboard, que es la interfaz gráfica que presenta los datos más relevantes de la clínica veterinaria. El mismo, presenta cuatro tarjetas gráficas y 3 gráficas estadísticas relacionadas con la clínica veterinaria (Ver Figura 3):

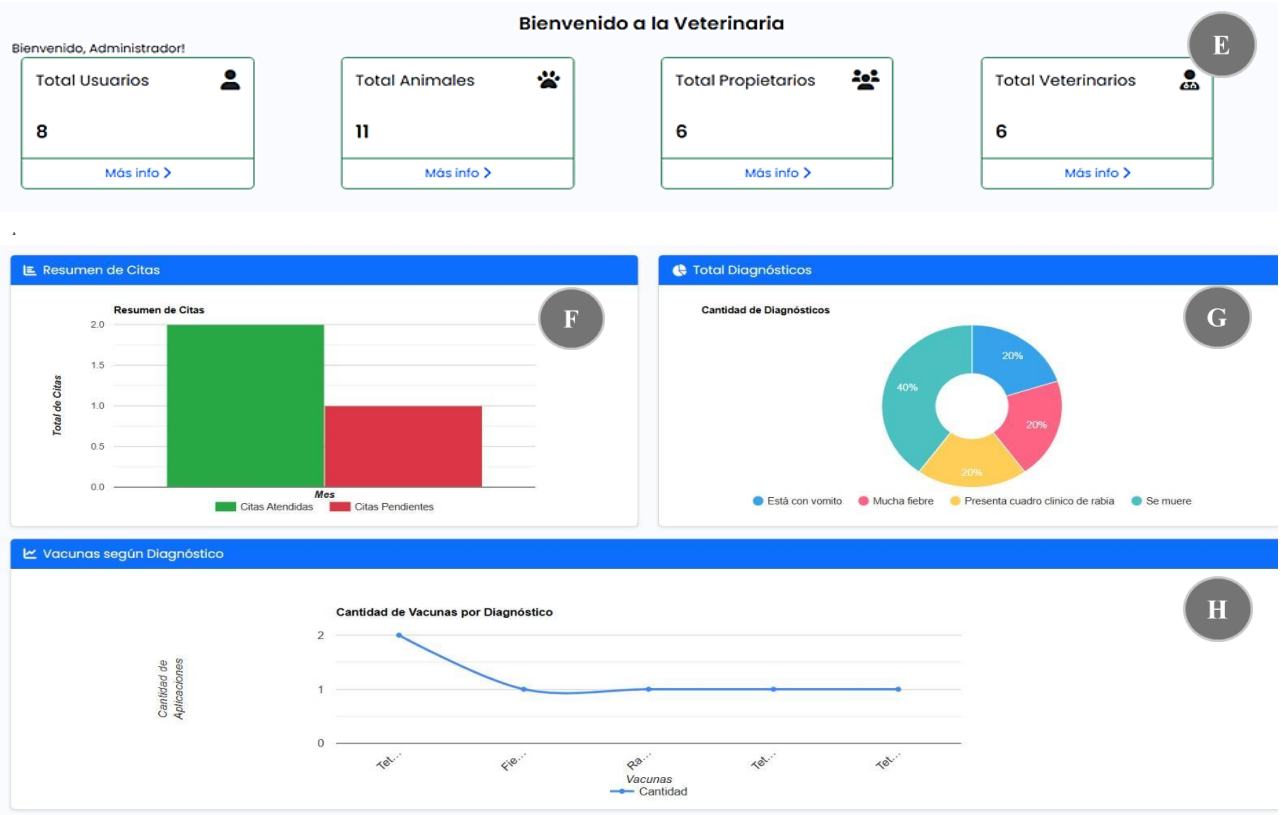

Figura 3. Dashboard. E. Tarjetas gráficas del sistema web de la clínica veterinaria**. F.** Resumen de citas del sistema web de la clínica veterinaria. **G.** Total diagnósticos del sistema web de la clínica veterinaria. **H.** Vacunas según diagnóstico del sistema web de la clínica veterinaria. Fuente: Elaboración propia

E. Tarjetas gráficas dinámicas.

Las tarjetas gráficas relacionadas en la anterior imagen, tiene una funcionalidad específica, la cual es presentar detalladamente la totalidad de usuarios, animales, propietarios y veterinarios que se encuentran registrados en la clínica veterinaria, detalle que se puede visualizar presionando clic en la opción "*Más info*"

F. Resumen de citas.

Los usuarios pueden visualizar el resumen de las citas atendidas y el resumen de las citas por atender, para el caso del administrador, veterinario y secretaria, es importante conocer esta estadística, con el fin de monitorear la productividad y gestión de las citas, optimizando los recursos y supervisando las tareas asignadas.

G. Total diagnósticos.

En la presente gráfica, los usuarios pueden visualizar el resumen de los diagnósticos realizados durante las citas atendidas, para el caso del administrador, veterinario y secretaria, es importante conocer esta estadística, con el fin de monitorear la productividad, optimizar los recursos y realizar seguimiento a los diagnósticos más frecuentes, registrados en las consultas atendidas en la veterinaria.

H. Vacunas según diagnóstico.

En la presente gráfica, los usuarios pueden visualizar el resumen de las vacunas según diagnósticos realizados durante las citas atendidas, para el caso del administrador, veterinario y secretaria, es importante conocer esta estadística, con el fin de conocer el resumen de las vacunas administradas a las mascotas en las citas atendidas, permitiendo monitorear la productividad y realizar seguimiento a los registros de vacunas y diagnósticos.

V. CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema web para la gestión de clínicas veterinarias alcanzó su objetivo principal gracias a la aplicación de la metodología Design Thinking, combinada con el desarrollo iterativo basado en Scrum. Este enfoque permitió una comprensión integral de las necesidades operativas y técnicas de la clínica, guiando el diseño y la implementación del sistema de manera efectiva. El proceso iterativo no solo garantizó la validación continua de las funcionalidades, sino que también aseguró que el producto final ofreciera ventajas como escalabilidad, seguridad y facilidad de mantenimiento.

La solución tecnológica implementada se basó en una arquitectura de N-capas, utilizando herramientas como MySQL, C#, Bootstrap y servicios en la nube de AWS, cuya integración fue fundamental para garantizar la robustez, eficiencia y usabilidad del sistema. En particular, los servicios de AWS proporcionaron capacidades esenciales para el despliegue en la nube, como elasticidad, alta disponibilidad y seguridad, características clave que reforzaron el desempeño general de la plataforma.

El impacto global del sistema se evidenció en su capacidad para mejorar la operación de la clínica veterinaria. Al automatizar procesos como: la gestión de historias clínicas, la programación de citas y el control de vacunas. El sistema no solo optimizó el uso de los recursos, sino que también facilitó la toma de decisiones estratégicas mediante un dashboard interactivo con métricas clave. Esto lo convierte en una herramienta relevante para pequeños emprendimientos que buscan incrementar su competitividad y eficiencia operativa.

Finalmente, esta investigación abre la posibilidad de expandir el alcance del sistema a otras clínicas veterinarias y sectores similares. Los trabajos futuros podrían centrarse en adaptar esta solución a contextos específicos con diferentes escalas de operación y en explorar tecnologías emergentes como inteligencia artificial para mejorar aún más la toma de decisiones y la personalización de los servicios ofrecidos.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al programa de Ingeniería de Sistemas de la Fundación Universitaria de Popayán, así como a los docentes que hicieron parte de este proceso, por el apoyo, las orientaciones y los conocimientos compartidos que fueron esenciales para la materialización de esta iniciativa.

Asimismo, agradecemos a la clínica veterinaria participante, que generosamente proporcionó la información y los datos necesarios para la construcción y validación del sistema. Su colaboración fue fundamental para garantizar que el proyecto se ajustara a las necesidades reales del sector y cumpliera con los objetivos planteados.

REFERENCIAS

[1] Asociación Mundial de Veterinarios, Informe Anual sobre la Salud y el Bienestar de las Mascotas. 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.worldvet.org

[2] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Encuesta Nacional sobre Hábitos de Mascotas. 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.dane.gov.co

[3] AMERICARETAIL & MALLS, Informe sobre la infraestructura de servicios para mascotas en Colombia. 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.americaretail.com

[4] Engineering LibreTexts, "3-tier architecture," Engineering LibreTexts, 14 mayo 2021. [En línea]. Disponible en: https://eng.libretexts.org

[5] M. Fowler, Patterns of Enterprise Application Architecture. Boston, USA: Addison-Wesley, 2002.

[6] P. Clements et al., Documenting Software Architectures: Views and Beyond. Boston, USA: Addison-Wesley, 2003.

[7] L. Bass, P. Clements, y R. Kazman, Software Architecture in Practice, 2.ª ed. Boston, USA: Addison-Wesley, 2003.

[8] Amazon Web Services, AWS Control Tower: Simplifying Cloud Governance. 2023. [En línea]. Disponible en: https://aws.amazon.com/control-tower

[9] L. Haz, J. Molina, J. Sánchez, y C. Sánchez, "Implementation of a system in the cloud for the control and management of clinical process. Case Veterinary Pets," 3C Tecnología, vol. 6, no. 2, pp. 1–10, 30 septiembre 2023. [En línea]. Disponible en: https://3ciencias.com/wp-content/uploads/2017/06/ART-2.pdf

[10] S. N. A. Rahim, N. A. Norwani, K. S. Khaw, N. Nor Khalid, y H. E. Lim, "The Development of Veterinary Clinic Management System Using Structured Approach," Applied Information Technology and Computer Science, vol. 3, no. 1, pp. 186–195, 30 noviembre 2021. [En línea]. Disponible en: https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/aitcs/article/view/2339/1370

[11] S. Hassan y H. Sabri, "Development of a web-based veterinary clinic management system," Advances in Information Technology & Computer Science (AITCS), vol. 6, no. 1, pp. 73–80, 2020. [En línea]. Disponible en: https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/aitcs/article/view/2339/1370

[12] E. F. Borrero y M. C. Pérez, "La computación en la nube y sus implicaciones en las organizaciones," Revista de Investigación, vol. 10, no. 1, pp. 23–35. [En línea]. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/784/78457627005.pdf

[13] J. A. Rodríguez y S. Vázquez, "Computación en la Nube: Estudio de Herramientas Orientadas a la Industria 4.0," Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=613964507007

[14] A. K. Akula, "Leveraging AWS and Java Microservices: An Analysis of Amazon's Scalable E-commerce Architecture," ResearchGate, 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/.../Leveraging-AWS-and-Java-Microservices-An-Analysis-of-Amazons-Scalable-E-commerce-Architecture.pdf

[15] J. Olamijuwon, "Improving healthcare application scalability through microservices architecture in the cloud," ResearchGate, 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/.../Improving-healthcare-application-scalability-through-microservices-architecture-in-the-cloud.pdf

[16] L. González, M. García, y J. Pérez, "Metodología Design Thinking en el desarrollo de software: Un estudio de caso," Revista de Innovación Tecnológica, vol. 25, no. 2, pp. 75–88, 2018.