



**Diseño de un sistema de información para la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria para pequeños animales en la universidad Antonio Nariño sede Popayán.**

**Daniel Alejandro Figueroa Revelo**

20561725896

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Ciudad, Colombia

2023

**Diseño de un sistema de información para la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria para pequeños animales en la universidad Antonio Nariño sede Popayán.**

**Daniel Alejandro Figueroa Revelo**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Biomédico**

Director (a):

**Ph.D. Julián Antonio Villamarín Muñoz**

Línea de Investigación:

**Ingeniería clínica**

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Ciudad, Colombia

2023

Nota de aceptación

### Agradecimientos.

Doy gracias a Dios por darme la oportunidad de estar en una universidad acreditada de alta calidad, agradezco a mis padres y hermano: William Figueroa, Nidia Revelo Gian Carlos Figueroa, porque fueron ellos los que me han brindaron su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos, son los que con su cariño me han impulsado a perseguir las metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

Agradezco profundamente a mi tutor; Willinton Gutiérrez por su dedicación y paciencia, sin su apoyo incondicional no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados en la memoria y para mi futuro profesional, destaco la gran labor de los docentes de la UAN por transmitir una buena pedagogía y los conocimientos necesarios para hoy estar aquí.

Por último, agradecer a la casa de estudios que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título de; Ingeniero Biomédico ¡gracias, Universidad Antonio Nariño!



## Resumen

La gestión de tecnología biomédica en las clínicas veterinarias cuenta con un papel importante a la hora de llevar el control de los diferentes tipos de mantenimientos de un equipo biomédico; por ende, surge la necesidad de ofrecer un sistema que aborde toda la información necesaria para el mantenimiento de la tecnología biomédica en la clínica veterinaria.

Es importante reconocer que los sistemas de gestión permiten a la organización llevar un mejor control de los procesos que se ejecutan durante la operación, en la medida en que se optimizan los tiempos y se puede sacar un mejor provecho a los recursos, ya que en el caso particular de los equipos biomédicos permite planificar entre otros los mantenimientos para así garantizar la disponibilidad de los equipos que son importantes debido a que los equipos biomédicos son necesarios durante la atención debido a que favorecen el bienestar animal, en la medida en que hacen parte de las herramientas tanto de diagnóstico como de tratamiento, además también disminuye el uso de papel lo que impone la oportunidad de reducir gastos.

El sistema de gestión se desarrolló por medio de gestiones de código por medio del lenguaje java, con tres roles que son el administrador, el director de la clínica y un rol libre para los estudiantes y demás funcionarios, que efectivamente se generó la entrega en la clínica veterinaria, donde se dejó el mismo instalado y funcionando de la manera esperada.

**Palabras clave:** sitio web – equipos biomédicos – gestión.

## Abstract

The management of biomedical technology in veterinary clinics plays an important role in the control of the different types of maintenance of biomedical equipment; therefore, the need arises to offer a system that addresses all the information necessary for the maintenance of biomedical technology in the veterinary clinic.

It is important to recognize that management systems allow the organization to have a better control of the processes that are executed during the operation, to the extent that time is optimized and a better use can be made of resources, In the particular case of biomedical equipment, it allows planning maintenance, among other things, in order to guarantee the availability of the equipment, which is important because biomedical equipment is necessary during care because it favors animal welfare, as it is part of the diagnostic and treatment tools, and also reduces the use of paper, which provides the opportunity to reduce expenses.

The management system was developed by means of code management through java language, with three roles which are the administrator, the director of the clinic and a free role for students and other officials, which effectively generated the delivery in the veterinary clinic, where it was left installed and working as expected.

**Key words:** website - biomedical equipment – management

## Contenido

Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	14
Planteamiento del problema.....	16
Objetivos .....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos especificos .....	19
Justificación.....	20
Marco teorico.....	23
Antecedentes.....	23
Referentes teóricos.....	25
<i>Sistema de información.....</i>	25
<i>Tipos .....</i>	28
<i>Etapas.....</i>	29
<i>Gestión del Mantenimiento.....</i>	30
<i>Equipos Biomédicos.....</i>	32
<i>Efectos y fallas en los equipos biomedicos.....</i>	34
Marco institucional.....	38
Metodologia.....	39

Metodología .....	39
Alcance .....	41
Fases de la investigación .....	41
<i>Etapa 1: Concebir</i> .....	42
Etapa 2: Diseñar .....	45
<i>Etapa 3: implementar.</i> .....	50
<i>Etapa 4: Operar.</i> .....	52
Resultados y analisis de los resultados.....	54
Resultados.....	54
<i>Levantamiento de información de los equipos biomédicos en la clínica veterinaria, teniendo en cuenta la normativa vigente. ....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Sistema de información para el registro de equipos, solicitud, informe de mantenimientos y reporte del estado de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria. ....</i>	56
<i>Manual de procedimientos y metodologías de mantenimiento para los equipos biomédicos de la clínica veterinaria. ....</i>	58
<i>Validación el sistema de información aplicándolo en los equipos biomédicos de la clínica veterinaria. ....</i>	70
Conclusiones.....	71
Objetivos especificos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

Bibliografía ..... 74

Anexos ..... 78

**Lista de tablas**

Tabla 1 Tipos de sistema de información .....	28
Tabla 2. Inventario de los equipos biomédicos de la clinica veterinaria. ....	45

## Lista de figuras

Figura 1. La interdependencia entre las organizaciones y los Sistemas de Información. Laudon & Laudon, 2012, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.....	28
Figura 2. Sistema de información organizacional. Trasobares, 2020. ....	28
Figura 3. Mantenimiento Mundial. (s. f.). Gestión del Mantenimiento. ....	31
Figura 4. Equipos biomédicos de la clínica veterinaria.....	42
Figura 5. Diagrama de flujo del software. ....	47
Figura 6. Diagrama de flujo del Manual de metodologías y operaciones.....	51
Figura 7. Validación del sistema en la clínica veterinaria.....	52
Figura 8. Carta de entrega del sistema de información.....	53
Figura 9. Lista de chequeo de entrega del sistema. ....	56
Figura 10. Captura de inicio de sesión del sistema. Fuente propia.....	59
Figura 11. Captura de la página principal del sistema.....	60
Figura 12. Captura de formulario de registro de equipos.....	61
Figura 13. Digitalización automatizada de la hoja de vida. ....	61
Figura 14. Formato de ficha técnica de los equipos biomédicos. ....	64
Figura 15. Captura de bandeja de entrada de las solicitudes de mantenimiento. Fuente propia.....	64
Figura 16. Formulario de diligenciamiento de solicitudes de mantenimiento.....	65
Figura 17. Formulario registro del mantenimiento solicitado. Fuente propia. ....	66

Figura 18. Digitalización automatizada del informe general del mantenimiento.

Fuente propia..... 66

Figura 19. Formato de reporte de mantenimiento. Fuente propia. .... 67

Figura 20. Captura de calendario del sistema. Fuente propia..... 68

Figura 21. Gráfico estadístico acerca del estado actual de los equipos

biomédicos. Fuente propia. .... 69

Figura 22. Gráfico estadísticos de tipos de mantenimientos. Fuente propia. .... 70

## Introducción

En el presente estudio, se expone el diseño de un sistema de información automatizado, que se creó con el fin de mejorar y automatizar todo el proceso referente al mantenimiento de los equipos biomédicos en la Universidad Antonio Nariño – sede Popayán, como también el diligenciamiento de las solicitudes seleccionando el equipo biomédico que requiera el mantenimiento; por ende, se enmarca la necesidad de rescatar áreas de oportunidad en calidad de tiempo en cuanto a la revisión y monitoreo de estos equipos biomédicos.

Se puede afirmar que la tecnología biomédica a través de los años se ha desarrollado como un instrumento importante para la buena práctica en la medicina dentro de las instituciones prestadoras de salud, por lo que las gestiones de estas tecnologías son de gran apoyo, debido a que aportan información acerca del manejo adecuado de los equipos biomédicos permitiendo tener un plan estratégico de las necesidades tecnológicas y la unión entre los equipos y el personal asistencial.

Cabe mencionar que las páginas web son uno de los métodos de consulta más concurridos en los últimos años, gracias al Internet se han convertido en nuestro mejor aliado, ya que es posible acceder a la información de manera casi instantánea.

Por esa razón en el actual documento se describen 6 capítulos, que empiezan con el planteamiento del problema para luego continuar con los objetivos y la justificación que es el marco en el que se exponen las razones por las que es

pertinente desarrollar la investigación. Seguido se observa el marco teórico, que incluye todo el soporte teórico necesario para la creación del sistema de información.

Continúa con el marco institucional, que no es otra cosa que la descripción de la institución donde se ejecuta el estudio luego está el marco metodológico, que es donde se expone la forma y las herramientas necesarias para alcanzar los objetivos.

Los dos últimos capítulos incluyen los resultados que es donde se expone el levantamiento de la información, creación, manual de procedimiento y validación del sistema que corresponde al cumplimiento de los cuatro objetivos específicos y por ultimo las conclusiones también relacionadas una a una con los objetivos específicos y el general.

## Planteamiento del problema

El sistema de información juega un papel fundamental en la gestión de inventario, uso, disponibilidad y mantenimiento de equipos biomédicos en clínicas veterinarias. Sin embargo, durante el desarrollo de este proyecto, llevamos a cabo un estudio de campo visitando diversas clínicas veterinarias para entender mejor sus necesidades y desafíos. Nuestros hallazgos indicaron que solo una de las cuatro clínicas visitadas utilizaba un software para la gestión administrativa, particularmente para el manejo de historias clínicas. Más aún, ninguna de ellas contaba con un software para la gestión y control del mantenimiento de sus equipos biomédicos.

Esta realidad es especialmente preocupante en la clínica veterinaria de la universidad Antonio Nariño – Sede Popayán, donde se ha observado que no cuentan con un sistema de información sistematizado para manejar adecuadamente estas necesidades. A pesar de la tendencia creciente de digitalización en Colombia, con un incremento del 78% en los últimos cinco años en la adopción de soluciones digitales por parte de las empresas, según el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, esta clínica parece estar rezagada.

La ausencia de un sistema de información integral hace que los procesos de verificación de mantenimientos de la tecnología biomédica, así como el seguimiento de los ingresos y egresos por fallas de los equipos biomédicos, sean propensos a errores e ineficiencias. Esto podría afectar no solo la calidad de la atención a los usuarios, sino también la eficiencia operativa de la clínica.

En cuanto al mantenimiento preventivo, las directrices de la casa matriz de la tecnología biomédica indican la necesidad de su aplicación periódica. Sin embargo, la ausencia de una herramienta digital efectiva para rastrear y programar estas actividades de mantenimiento puede resultar en un seguimiento insuficiente de los procesos críticos para el correcto funcionamiento de los equipos.

Siguiendo a Cedeño (2020), la implementación de un adecuado sistema de gestión documental puede llevar a la optimización del tiempo y eficiencia en los procesos, permitiendo acciones más ágiles y efectivas. Este punto se ve reforzado por el hecho de que clínicas como la de la Universidad Nacional ya han adoptado sistemas propios, evidenciando su valor y utilidad. Además, la digitalización podría resultar en la reducción de costos tanto ambientales como económicos. Al almacenar la información en software, la clínica podría eliminar la necesidad de mantener voluminosos y costosos registros en papel.

En resumen, la implementación de un sistema de gestión e información digital puede mejorar la organización y la eficiencia de la clínica, no solo en términos de gestión de mantenimiento, sino también en la administración de inventarios y operaciones. Asimismo, la adopción de dicho sistema podría permitir una expansión a otros departamentos de la universidad en el futuro, llevando a la disminución de gastos y tiempos debido a la falta de control, medidas de prevención y alertas que expongan los sucesos o eventos próximos como es el caso de los mantenimientos preventivos.

Por lo tanto, a partir de esta información surge la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cómo implementar el diseño de un sistema de información para la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria para pequeños animales en la universidad Antonio Nariño sede Popayán?**

Este estudio busca proporcionar una solución integral que pueda manejar tanto la parte administrativa como el mantenimiento de los equipos en estas instituciones.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar un sistema de información automatizado para la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria de la Universidad Antonio Nariño-Sede Popayán

### **Objetivos específicos**

- Realizar un levantamiento de información de los equipos biomédicos en la clínica veterinaria, teniendo en cuenta la normativa vigente.
- Desarrollar un sitio web para el registro de equipos, solicitud, informe de mantenimientos y reporte del estado de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria.
- Diseñar un manual de procedimientos y metodologías de mantenimiento para los equipos biomédicos de la clínica veterinaria.
- Validar el sistema de información aplicándolo en los equipos biomédicos de la clínica veterinaria.

## Justificación

La implementación de un sistema eficiente para la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos es crítica para el cuidado de los pequeños animales en la clínica veterinaria de la Universidad Antonio Nariño sede Popayán. Estos equipos biomédicos son fundamentales para el diagnóstico y el tratamiento, asegurando así el bienestar animal (Capello et al., 2018). Sin embargo, su correcta función y disponibilidad solo pueden garantizarse mediante una gestión de mantenimiento adecuada (Smith et al., 2015). En la actualidad, la clínica enfrenta desafíos en este ámbito debido a la ausencia de un sistema de información estructurado para la gestión del mantenimiento (Prajapati, 2020).

Esta deficiencia no solo dificulta la planificación y la ejecución del mantenimiento de los equipos, sino que también puede incurrir en gastos innecesarios y comprometer la salud de los animales (Bennett et al., 2019). Según un estudio de Muchiri y Pintelon (2008), los costos de mantenimiento en la industria representan entre un 25% y un 35% de los costos totales del producto. Por tanto, un sistema de información eficiente que optimice la gestión del mantenimiento puede resultar en un ahorro considerable.

Es interesante notar que, según un estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación de Colombia (2020), el 78% de las empresas colombianas se han acogido al crecimiento e innovación del mundo digital, demostrando la creciente tendencia y necesidad de digitalización en la gestión empresarial.

Además, un sistema de información de gestión puede contribuir a la reducción de gastos, tanto ambientales como económicos. Al registrar la información de los dispositivos en el software, se reduce la necesidad de almacenamiento en papel, disminuyendo el consumo de papel y liberando recursos económicos para otras áreas (Attaran, 2017).

Según un informe de la Food and Drug Administration (FDA) de 2019, se estima que un porcentaje significativo de incidentes y eventos adversos en la medicina veterinaria se deben a fallas en los equipos biomédicos. Por lo tanto, la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento no solo mejorará la atención y el diagnóstico de los animales, sino que también ayudará a prevenir estos incidentes.

Esta propuesta de implementación de sistema está en línea con los requisitos del Gobierno Nacional y con los estándares de mejora de los procesos en la prestación de servicios de salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015). Contribuirá a ofrecer un entorno seguro y funcional mediante el mantenimiento adecuado de todos los equipos y espacios, además de proporcionar la documentación esencial, minimizando el tiempo requerido para su generación y archivo (Joint Commission International, 2020).

Finalmente, este sistema puede beneficiar no solo a la clínica veterinaria, sino también a otros departamentos de la universidad, al funcionar como un sistema de gestión de inventarios. En el futuro, esto permitiría globalizar el sistema,

reduciendo costos y tiempos gracias a la mejora en el control y las alertas que indican eventos futuros, como los mantenimientos preventivos (Carvalho et al., 2019).

## Marco teorico

### Antecedentes

Comenzando con el estudio de Torres (2012) titulado "Sistema de gestión para clínica veterinaria", es evidente que las dificultades en el manejo de datos pueden complicar la operación eficiente de una clínica veterinaria. Este estudio sugiere el desarrollo de un software específico para gestionar de manera sistemática y centralizada los registros de personal, mascotas y clientes. Este enfoque digital resuelve el problema de la dispersión de información y la falta de estandarización en los registros.

Ramírez et al. (2015), en su "Manual de Gestión de Mantenimiento del Equipo Biomédico", apuntan a la necesidad de garantizar las condiciones y requisitos adecuados para la atención de calidad en todos los servicios hospitalarios. El manual propone la creación de un inventario del equipo biomédico utilizando software de gestión de mantenimiento, lo que indica un paso hacia la digitalización en la gestión de equipos.

El proyecto de Rivas & Pluas (2018), "Diseño e implementación de una aplicación web para inventario de productos y control de mascotas para veterinaria 'Multicentro de las Mascotas'", destaca el uso de tecnología para mejorar la atención al cliente. El software desarrollado para este proyecto proporciona una solución digital para el control del inventario y la gestión de las mascotas atendidas en el centro.

En la misma línea, el trabajo de Rumie (2018), “Diseño de manuales de procedimientos para la clínica veterinaria ZOOVET JK”, muestra cómo un software específico puede ayudar a optimizar los procesos en una clínica veterinaria. En su proyecto, Rumie desarrolla un software que organiza y presenta los procedimientos de la clínica, lo que facilita el cumplimiento de las normativas de la Asociación.

En su tesis, Loor García (2019) destaca los desafíos en la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos en la medicina veterinaria. Señala la importancia de implementar un software de gestión de mantenimiento para mejorar la administración de los recursos en clínicas veterinarias y evitar la disminución de la calidad de los servicios y las posibles repercusiones en la salud de los animales.

Cedeño et al. (2021), en "El uso de aplicaciones Web para la Gestión de clínicas veterinarias y su incidencia en la mejora de procesos administrativos", subrayan la carencia de herramientas tecnológicas para una gestión centralizada y digitalizada de la información en las clínicas veterinarias de Ecuador. En respuesta a este desafío, los autores proponen un software de gestión de información que mejora los procesos administrativos y automatiza las tareas de los empleados.

Finalmente, Denisse (2021), en su trabajo de titulación “Diseño de manuales de procesos y procedimientos para la clínica veterinaria”, propone la creación de un manual digital que contenga los procesos y procedimientos de cada área, basado en las actividades realizadas en varios hospitales veterinarios

de Guayaquil. Esta propuesta refuerza la idea de que el uso de software para orientar los procesos y procedimientos puede garantizar la calidad de los servicios veterinarios.

Nuestro sistema se distingue por su enfoque en la parte administrativa y en la parte práctica, en función de lo requerido para atender el mantenimiento. Esto incluye la integración de características de software de gestión veterinaria como Zoovet, Gestorvet y Smartvet, así como software de gestión de mantenimiento. Al combinar estas capacidades, nuestro sistema presenta un enfoque más integral y eficiente para la gestión de clínicas veterinarias.

En resumen, la revisión de estos antecedentes destaca la creciente relevancia de los sistemas de software en la gestión de datos, inventarios y mantenimiento en las clínicas veterinarias. Al aprovechar la tecnología y estandarizar los procesos, es posible mejorar la calidad del servicio prestado a los pacientes y optimizar el desempeño operativo de las clínicas. Conforme la tecnología sigue avanzando, se espera ver aún más mejoras en estos sistemas y en la eficiencia de la gestión en las clínicas veterinarias.

## **Referentes teóricos**

### ***Sistema de información***

Según Trasobares (2020), la informática empresarial ha cobrado relevancia en los últimos años como foco de investigación en el ámbito de la organización empresarial. Este fenómeno se debe a diversos factores, tales como el avance de la globalización, la internacionalización de las empresas, el rápido desarrollo de

las tecnologías de la información, y el incremento de la incertidumbre ambiental. Todo esto conduce a la necesidad de transmisión eficiente de información, convirtiendo a los sistemas de información en elementos esenciales para la gestión y el crecimiento de empresas y organizaciones.

Un sistema de información es conceptualizado por Andreu, Ricart y Valor (1996, citado en Lapiedra, Devece y Guiral, 2011) como el conjunto formal de procedimientos que colecta, prepara y distribuye los datos necesarios para el funcionamiento de una empresa. Es una herramienta que apoya los procesos de toma de decisiones y facilita la gestión y control de actividades conforme a la estrategia de la empresa. Esta definición es corroborada por Laudon y Laudon (2012), quienes describen el sistema de información como un conjunto de componentes interconectados que recogen, procesan, almacenan y distribuyen información para respaldar los procesos de toma de decisiones y control en una organización.

En este sentido, los encargados de desarrollar estos sistemas deben tener un sólido conocimiento de las tecnologías de la información disponibles y comprender las estrategias y necesidades específicas de la organización para poder ofrecer las herramientas adecuadas.

Un sistema de información eficaz debe procesar los datos de manera eficiente y precisa, proporcionar información a tiempo, evaluar la calidad de los datos de entrada y evitar la redundancia. Asimismo, debe asegurar la

disponibilidad de la información para los usuarios en el momento oportuno y brindar seguridad para evitar pérdida de información.

Estos sistemas de información se aplican en diferentes áreas como marketing, manufactura y recursos humanos, y requieren de ajustes específicos en cada una de ellas. La ausencia de estos ajustes podría llevar a problemas en el intercambio de datos entre diferentes dominios, redundancia de datos, ineficiencias y aumento en los costos de comunicación.

En sus inicios, los sistemas de información empresarial se percibían como herramientas que facilitaban las actividades de una empresa, reducían la burocracia y mantenían la contabilidad a nivel operativo (Trasobares, 2020). Sin embargo, su rol ha evolucionado. La mejora en la eficiencia y la capacidad de acumular una gran cantidad de datos en poco tiempo han incrementado su relevancia. Las organizaciones que han adoptado estas tecnologías y sistemas de información han logrado mejores resultados que sus competidores, convirtiéndolos en una fuente de ventaja competitiva y diferenciación.

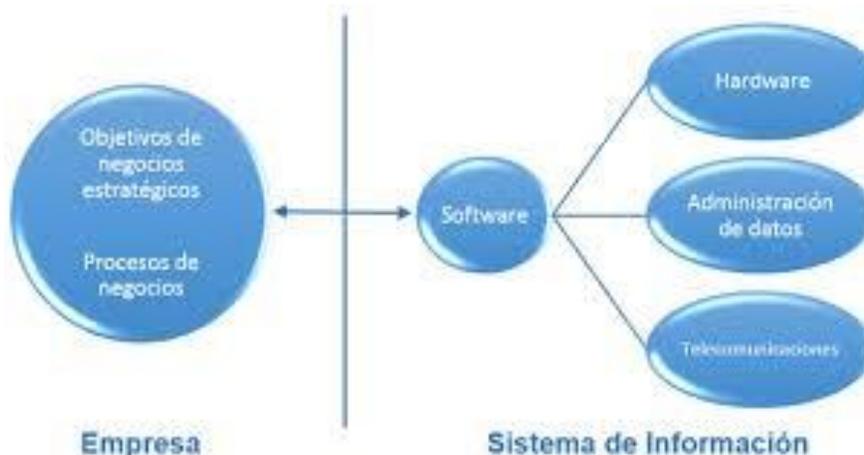


Figura 1. La interdependencia entre las organizaciones y los Sistemas de Información. Laudon & Laudon, 2012, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

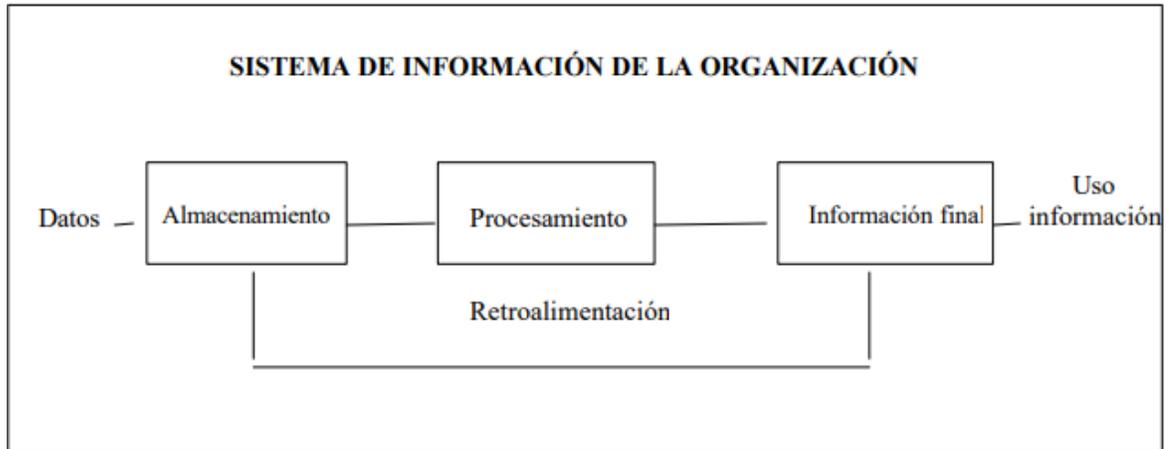


Figura 2. Sistema de información organizacional. Trasobares, 2020.

## ***Tipos***

**Tabla 1** Tipos de sistema de información.

<b>Tipos de sistema de información</b>	<b>Tipos</b>
<b>Grado de formalidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formales</li> <li>• Informales</li> </ul>
<b>Automatización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales</li> <li>• Informativos</li> </ul>
<b>Relación con la toma de decisiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estratégicos</li> <li>• Gerencial</li> </ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Operativos</li></ul>
<b>Funcionalidad</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gestión empresarial</li><li>• Gestión contable</li><li>• Gestión financiera</li><li>• Gestión de Recursos Humanos</li><li>• Gestión de la producción</li></ul>
<b>Grado de especialización</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Específicos</li><li>• Gerenciales</li></ul>

---

**Fuente: Elaboración propia**

### ***Etapas***

Existen diversas metodologías para el desarrollo de sistemas de información. Kendall y Kendall (1997, citado en Fernández, 2006) proponen una metodología que comprende siete etapas. Es importante resaltar que estas etapas no necesariamente se llevan a cabo de forma secuencial o independiente, sino que pueden realizarse de manera simultánea e incluso repetirse.

El proceso inicia con la identificación del problema, oportunidad y objetivo, etapa que es crítica para definir el rumbo del desarrollo del sistema. Luego sigue la determinación de los requisitos de información, en la que el analista identifica qué datos son necesarios para que los usuarios puedan realizar sus tareas de manera eficaz.

El siguiente paso es el análisis de las necesidades del sistema, que tiene por objetivo la identificación y comprensión de todos los flujos de datos asociados

con las funciones de la organización. Este análisis permite identificar los datos que el sistema debe almacenar y manejar.

El diseño del sistema es la fase en la que, según las recomendaciones del analista, se definen los objetivos y alcance del nuevo sistema. En esta etapa, se diseñan las entradas y salidas, las operaciones internas que debe realizar el sistema, el diseño de la base de datos, la interfaz de usuario, los procedimientos de control, y el soporte para la protección del sistema ante posibles fallos.

El desarrollo histórico de los sistemas de información también es relevante. Gibson y Nolan (1974) describen el inicio y crecimiento de los sistemas de comunicación, que incluyen la elaboración de equipos informáticos y la implementación de software y hardware en coordinación con las bases de datos. Estos sistemas de comunicación han cobrado importancia en las organizaciones, hasta convertirse en un pilar más en el proceso de transformación y planificación empresarial.

### ***Gestión del Mantenimiento***

Según Gasca et al. (2020), la gestión del mantenimiento engloba diversas disciplinas, metodologías, agrupa y aplica las mejores prácticas y herramientas de mantenimiento. Estos modelos de gestión deben ser integrales y alineados con las estrategias, políticas e indicadores de la empresa.

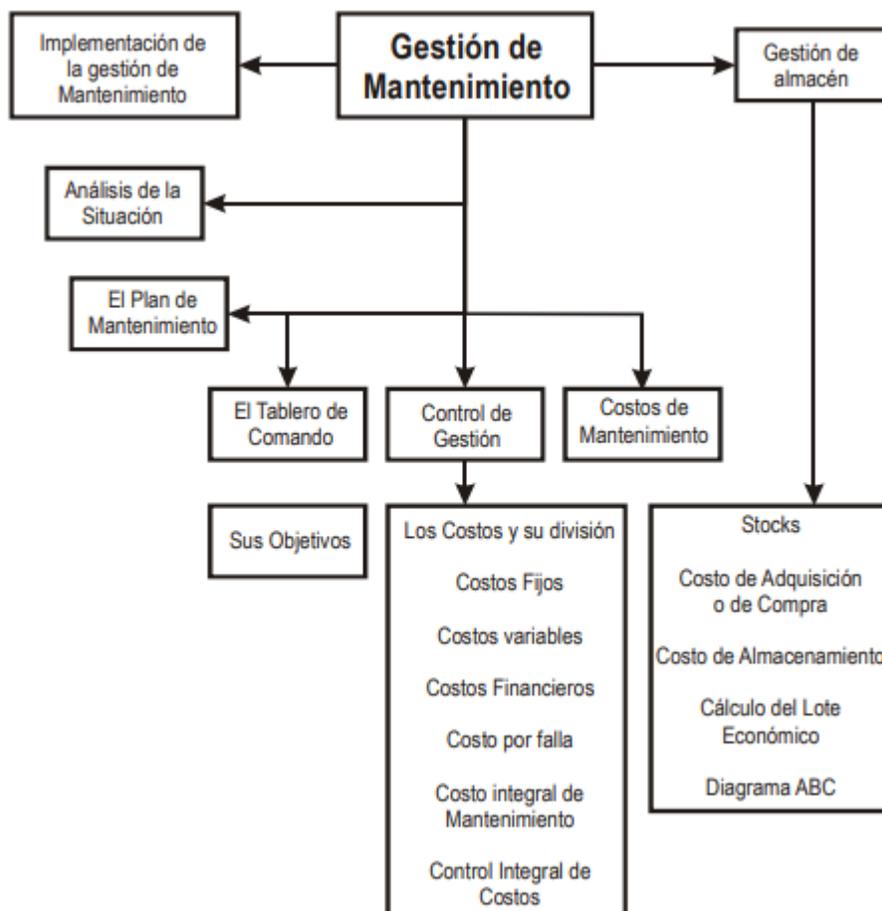


Figura 3. Mantenimiento Mundial. (s. f.). Gestión del Mantenimiento.

Muchas empresas en todo el mundo ahora están sufriendo pérdidas de millones de pesos. Esto se debe básicamente a que la planta no está produciendo a su capacidad óptima debido a la falta de un programa de mantenimiento efectivo que reduzca las interrupciones improductivas debido a interrupciones no planificadas.

Esto se debe a que el mantenimiento recibe poca atención y, a menudo, se considera un recurso para hacer frente a emergencias e imprevistos. e incluso lo definen como “el mal necesario de las plantas que hay que tolerar”, añade actitud de renuentes técnicos de mantenimiento. Al no utilizar los recursos de gestión

para complementar la ingeniería, los gerentes de mantenimiento se vuelven más dependientes de las perspectivas, actividades y programas de otros departamentos dentro de la organización, como fabricación, ingeniería, compras y relaciones laborales.

La base para el desarrollo e implementación de este plan es una ideología de mantenimiento moderna que no solo evita el tiempo de inactividad de la producción, sino que también contribuye a los programas de reducción de costos (consumo de energía), mejora la calidad del producto y, en general, aumenta las ganancias para mejorar la productividad de la fábrica.

Los buenos resultados en la efectividad del plan requieren los recursos y la tecnología adecuados, así como las instalaciones de soporte y producción. Por lo tanto, el mantenimiento se dirige con un sentido amplio de gestión. En otras palabras, se integró uno a partir de conceptos centralizados para lograr la formación de un grupo interdisciplinario trabajando con un enfoque de sistema amplio.

### ***Equipos Biomédicos***

Según Pimentel et al. (2018), la OMS (organización mundial de la salud), en una publicación de una serie llamada "Serie de Documentos Técnicos de la OMS y Valoración de las Tecnologías Sanitarias Aplicadas a los Dispositivos Médicos", donde se puede definir el conocimiento del dispositivo médico tal como, un dispositivo médico se usa solo o en combinación con accesorios, consumibles (también llamados consumibles) u otros dispositivos médicos, especialmente para

el diagnóstico, tratamiento o rehabilitación de enfermedades o lesiones. Los dispositivos médicos implantables, descartables o descartables no se consideran dispositivos médicos”.

El documento de la OMS llamado “Introducción al Programa de Mantenimiento de Equipos Médicos”, la OMS asevera que sus objetivos principales es “garantizar un mejor acceso, calidad y uso de equipos y tecnología médica”, donde el uso adecuado de los dispositivos médicos es un asunto de gran importancia para la OMS. Esto se debe a que afecta directamente a vidas, requiere una gran inversión de recursos y, por lo general, su mantenimiento es costoso.

El cuidado y uso adecuado de este equipo está asociado con un programa de mantenimiento que debe planificarse y administrarse adecuadamente, todas estas medidas aseguran que el equipo médico confiable esté disponible cuando lo necesite, extiende la vida útil del equipo biomédico y minimiza los costos de mantenimiento. En el mismo documento, la OMS afirma de la jerarquía de estos manuales de uso que vaya enfocado no solo para área de usuario, sino también para el personal que necesite saber el funcionamiento completo del dispositivo dentro de la institución.

Desde la etapa de inicio y desarrollo hasta la etapa de reemplazo, la gestión de equipos médicos (EM) debe tener en cuenta cuatro características: disponibilidad, accesibilidad, idoneidad, asequibilidad, seguridad, eficacia y eficiencia. El MS realiza una serie de tareas desde que se concibe una nueva

tecnología hasta que se desincorpora para mantener la seguridad, la calidad, la cobertura universal y la equidad.

Es importante tener en cuenta que para tener una comunicación eficiente entre los factores involucrados para así validar los siguientes objetivos:

- En la parte del usuario se debe tener en cuenta conocer la razón por la cual se inspeccionan los equipos, como también presentar los beneficios de estrategias de mantenimiento
- En la parte técnica es importante mantenerse informado y hacer un seguimiento sobre el tiempo de uso del equipo, y poder determinar. El área técnica debe estar bien informado sobre el tiempo que lleva en uso un equipo, y así poder establecer la frecuencia de los mantenimientos.
- En la parte del usuario es importante estar atento al funcionamiento o dificultades en los equipos para así ponerse en contacto de inmediato con la parte del área de los mantenimientos.

### ***Mantenimiento preventivo y correctivo***

Martínez R. (2007) postula que el mantenimiento es un esfuerzo para preservar las instalaciones y equipos en óptimas condiciones de funcionamiento, minimizando el tiempo y los costos (p. 8). Estas acciones son críticas para el logro de los objetivos de la organización y para satisfacer las expectativas de todos los stakeholders.

El mantenimiento también puede ser considerado como una función en la que el elemento humano juega un papel crucial en el mantenimiento de la calidad del servicio proporcionado por las máquinas, asistido por el desarrollo de criterios y técnicas de mantenimiento. Estos ayudan a formular políticas para la toma de decisiones en el diseño de planes y/o programas de mantenimiento, alineados con la normativa colombiana, como la Resolución 4725 de 2005, la circular 029/97 y el decreto 1769/94.

Martínez R. (2007) también describe el mantenimiento como "el conjunto de acciones necesarias para supervisar el estado técnico de los componentes de una instalación industrial y restaurarlos a las condiciones operativas previstas, buscando la máxima seguridad, eficiencia y calidad" (p. 9). Navarro Elola, Pastor Tejedor y Mugaburu Lacabrera (2009, pág. 31) define el mantenimiento correctivo como el proceso de reparación de las averías a medida que ocurren, siendo el usuario del equipo el encargado de reportar dichas averías y el personal de mantenimiento el encargado de repararlas. Por otro lado, estos autores (2009, pág. 32) describen el mantenimiento preventivo como la tarea de conocer el estado actual de todos los equipos y programar el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno.

Según la Resolución 4725 de 2005, es fundamental desarrollar una estrategia para aplicar estos tipos de mantenimiento basada en la criticidad del equipo. Se deben programar actividades de mantenimiento preventivo para prevenir fallas en equipos críticos, como lubricación, inspección, limpieza y calibración, entre otros. Estos equipos críticos, si fallan, pueden generar pérdidas

significativas en la producción, afectar la calidad del producto, causar accidentes graves, impactar al medio ambiente y tener altos costos de mantenimiento. Para los equipos menos críticos, se deben programar actividades de mantenimiento correctivo como reparaciones, siempre en cumplimiento de las normativas pertinentes

### ***Efectos y fallas en los equipos biomédicos.***

Los equipos biomédicos son susceptibles a diversos factores que pueden alterar su funcionamiento. Entre ellos se incluyen condiciones ambientales y la adecuación del espacio donde se encuentran instalados. Parámetros esenciales, como temperatura, humedad, alimentación y dimensiones, deben cumplirse para garantizar su funcionamiento óptimo, tal como se indica en los manuales de mantenimiento (Pimentel & Fiestas, 2018).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) advierte que, en países con limitaciones presupuestarias o infraestructuras deficientes, estos parámetros pueden no estar garantizados. Se pueden presentar dificultades, como la degradación de servicios básicos, la sobrecarga de infraestructuras o la obsolescencia de las mismas, tanto antiguas como nuevas. Por ende, la OMS recomienda una verificación regular de la infraestructura de los servicios (Pimentel & Fiestas, 2018).

Los equipos médicos (EM), según la OMS, son herramientas utilizadas para la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades o lesiones. Se enmarcan dentro del concepto de "tecnología de la salud", que

incluye el uso de conocimientos y habilidades para mejorar la calidad de vida y afrontar problemas de salud. No obstante, estos sistemas enfrentan desafíos financieros y técnicos, como la inadecuada inversión, la incompatibilidad con la infraestructura existente, el uso irracional o inapropiado y la operación ineficiente de los EM.

Para afrontar estos desafíos, la OMS alienta a los estados miembros a:

1. Desarrollar estrategias y planes nacionales para implementar sistemas de evaluación, planificación, adquisición y gestión de tecnologías en salud.
2. Establecer instituciones de tecnología de la salud a nivel regional y nacional en cooperación con organizaciones relacionadas.
3. Recopilar datos de EM relacionados con problemas de salud pública prioritarios utilizando la infraestructura y las herramientas adecuadas.

La gestión eficiente de estos equipos médicos (GEM) es un reto para las instituciones sanitarias, que deben buscar maximizar la eficiencia en el uso de los recursos. Existen distintos modelos de gestión utilizados como referencia en el sector sanitario. Cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes y puede ser adaptado según las necesidades de cada institución. Entre estos modelos, Galeano et al. proponen uno basado en el estándar PAS 55, que incluye métodos de medición de riesgos y herramientas para la toma de decisiones y evaluaciones de la criticidad de los activos fijos hospitalarios.

## **Marco institucional**

Según Ríos (2021), las Instalaciones médicas repartidas por todo el mundo están colaborando simultáneamente con las comunidades técnicas y científicas para proporcionar dispositivos que satisfagan las necesidades del grupo humano. Asegurar la calidad de las herramientas biomédicas es parte de un ciclo complejo que comienza con las ideas médicas y, por lo tanto, no es responsabilidad de un solo grupo o comité específico, por lo que la implementación de máquinas de salud siempre ha sido un gran desafío. equipo. , estándares internacionales, su implementación en las organizaciones, su seguimiento y finalmente su intercambio.

De manera similar, una institución médica organizadora posee equipos biomédicos como un activo. Estos no solo abordan las necesidades de la audiencia objetivo, sino que también aseguran la supervivencia en términos de utilidad organizacional. Por lo tanto, la gestión de dispositivos médicos no es un tema exclusivo de la medicina. , pero esta gestión se apoya en una perspectiva interdisciplinaria, donde ingenieros biomédicos, ingenieros biomédicos, etc., aseguran que la implementación de las herramientas técnicas sea de alta calidad, cuente con estándares de seguridad y, a su vez, la búsqueda de la solvencia financiera de la organización.

## **Marco metodológico**

### **Metodología**

La metodología es cuantitativa y Según Tamayo (2007), la misma consiste en comparar una serie de teorías ya propuestas con las hipótesis resultantes para obtener una muestra aleatoriamente elegida y discriminada sin dejar de ser representativa de la población. o el tema de la investigación. Como resultado, es crucial tener una teoría ya desarrollada porque el método científico utilizado en los estudios cuantitativos es deductivo. La metodología cualitativa, en cambio, presupone la construcción o generación de una teoría a partir de una serie de proposiciones extraídas de un cuerpo teórico que servirá de punto de partida al investigador. Para este método no es necesario extraer una muestra representativa sino un marco teórico. muestra. Emplea el método inductivo porque se compone de uno o más casos, lo que obliga a partir de un estado nulo de la teoría.

Las características clave de una metodología cuantitativa son que elige una idea, la desarrolla en una o más preguntas de investigación pertinentes, luego la convierte en un conjunto de hipótesis y variables, crea un plan para probarlas, mide las variables en un contexto particular, analiza las mediciones obtenidas (a menudo usando métodos estadísticos) y llega a un conjunto de conclusiones sobre la(s) hipótesis.

Para identificar con precisión patrones de comportamiento en una población, la metodología cuantitativa se basa en la medición numérica, el conteo

y, con frecuencia, el uso de estadísticas. Responde preguntas de investigación y prueba hipótesis desarrolladas previamente utilizando la recopilación y el análisis de datos.

El Método Cuantitativo es deductivo porque se basa en el positivismo, que identifica las causas utilizando técnicas como cuestionarios y genera datos susceptibles de análisis estadístico. Para el positivismo, la objetividad es crucial. El investigador debe observar, cuantificar y manipular variables. Además, la relación entre el investigador y el fenómeno en estudio debe ser independiente porque surge de las propias tendencias del investigador. El "objeto" de estudio es cualquier cosa que no se pueda medir u observar con precisión. Cabe señalar que el enfoque de investigación cuantitativa fue el primero en desarrollarse.

En 2010, Pérez Rodríguez (p. 32), señala que el enfoque cuantitativo se centra en los hechos o causas del fenómeno social más que en los estados subjetivos del individuo. Para recopilar información que pueda ser analizada estadísticamente para confirmar, aceptar o rechazar la existencia de relaciones entre variables definidas operativamente, este método utiliza encuestas, inventarios y análisis demográfico. Las tablas estadísticas, los gráficos y el análisis numérico se utilizan con frecuencia para presentar los resultados de los estudios cuantitativos.

En este sentido, Hernández, Fernández y Baptista (2010) definen el método cuantitativo como el uso de la recolección de datos para probar hipótesis que se basan en la medición numérica y el análisis estadístico para identificar

patrones de comportamiento y evaluar teorías. También enfatizan cómo este método es secuencial y probatorio, que cada etapa precede a la siguiente y que no podemos "saltar o evadir" pasos. Por supuesto, algunas fases y partes de un enfoque pueden redefinirse. A partir de las preguntas se identifican variables e hipótesis; se desarrolló una estrategia para probarlos (diseño); las variables se miden en un contexto particular; se analizan las medidas obtenidas (a menudo utilizando métodos estadísticos), y se establecen una serie de conclusiones sobre las hipótesis.

### **Alcance**

Elaboración de un sistema de información que despliegue el formato del registro de la hoja de vida y reporte del mantenimiento de los equipos biomédicos, adicional a esto el sistema permite el diligenciamiento de solicitudes de mantenimiento de los equipos biomédicos.

El sistema se entrega a la clínica veterinaria donde contará con un servidor estable directo vía intranet dentro de la universidad.

El presente trabajo permite ampliar a futuro la implementación del sistema de información en la tecnología biomédica de las áreas de enfermería, odontología y medicina de la Universidad Antonio Nariño sede-Popayán.

### **Fases de la investigación**

La metodología implementada para el desarrollo del proyecto está dada por CDIO, de Concebir, Diseñar, Implementar y Operar, enfocado en el diseño e implementación de un aplicativo web para la gestión y control del mantenimiento

de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria para pequeños animales en la universidad Antonio Nariño sede Popayán.

### ***Etapa 1: Concebir***

La fase de concepción implicó un levantamiento de información requerida de los equipos para el debido control del mantenimiento. Este proceso implicó la recolección de toda la información necesaria de los 29 equipos biomédicos dentro de los 4 servicios de la clínica veterinaria.

Realizamos una revisión bibliográfica de la normativa vigente en Colombia para el registro de información de equipos biomédicos para asegurar el cumplimiento legal y determinar la viabilidad de un sistema que permita controlar la hoja de vida de los



equipos.

*Figura 4. Equipos biomédicos de la clínica veterinaria.*

Se realizó una visita a la clínica veterinaria donde se evidencia tecnología biomédica nueva, por tanto no tienen documentación de plan de mantenimiento ni de hojas de vida de los equipos biomédicos, por ende se hace levantamiento de requerimientos al personal de la clínica donde manifiestan que el requerimiento más importante es la hoja de vida, también mencionan otros requerimientos lo

cual tiene que ver con los mantenimientos de los equipos como lo es: Un registro continuo de la información de los equipos biomédicos, como también un registro donde se genere y se atiendan las solicitudes del mantenimiento de los equipos.

***Levantamiento de información de los equipos biomédicos en la clínica veterinaria, teniendo en cuenta la normativa vigente.***

EQUIPOS BIOMEDICOS DE LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
SEDE POPAYAN  
MEDICINA VETERINARIA

N°	EQUIPO	PLACA	SERIAL	MARCA	MODELO	ESTADO				UBICACIÓN	OBSERVACIONES
						C	B	R	M		
1	ECOGRAFO	PPE0036432	V21340134	ESAOTE	AHM180PS19	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
2	MONITOR MULTIPARAMETROS	PPE0036593	2.10301E+12	YONKER	E12	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
3	MAQUINA DE ANESTESIA	PPE0036592	8208803	SURGIVET	SAB2500-CO2	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
4	VENTILADOR AUTOMATICO	PPE0036594	N/A	SURGIVET	N/A	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
5	ENDOSCOPIO	PPE0036596	VHD681642	HUGER	VIS68	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
6	SUCCIONADOR	N/A	156611	CA.M1	RE310001-07	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
7	ELECTROBISTURI	PPE0036595	3640250620	SURTRON	SURTRON160	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
8	MESA RADIOLOGICA CON RAYOS X	PPE0036431	29381082110004-0	TMEDICA	P80A	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
9	SUCCIONADOR DE MESA VETERINARIO	N/A	SN156611	ITALIAN MEDIC	NEW ASPIRET	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
10	CAVITRON SCALER B55	PPPE0035864	SN04210224	ULTRASONY	B5	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
11	NEBULIZADOR PORTATIL	N/A	SN DM2004010941	ROSCOE MEDICAL	N/A	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
12	KIT GLUCOMETRO GLUCOQUICK G30	N/A	SN42411213300	GLUCOQUI	G30A	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
13	LAMPARA PARA CIRUGIA MENOR GS600	N/A	19-332	WELCH ALLYN	NY13153	1	X			MEDICINA VETERINARIA	NUEVO
14	CENTRIFUGADORA	N/A		ZENITH LAB	LC-04R	1	X			MEDICINA VETERINARIA	
15	MESA DE CIRUGIA	N/A	BY-19820010165	PUMP	BYS-8200	1	X			MEDICINA VETERINARIA	
16	AUTOCLAVE	15783	N/A	ALL AMERICAN	25X	1	X			MEDICINA VETERINARIA	
17	BOMBA DE INFUSION	23033	BY-19820010165	ORBBERC	BYZ-820D	1	X			MEDICINA VETERINARIA	
18	BOMBA DE JERINGA	BY19810070517	N/A	PUMP	BYZ-810D	1	X			MEDICINA VETERINARIA	

19	LAMPARA CIELITICA CIRUGIA	N/A	N/A	N/A	N/A	1		X		MEDICINA VETERINARIA	EQUIPO CON FALLAS DE LUMINIDAD
20	MAQUINA DE RAYOS X	N/A	41BD020090	BLD	BLD-150AJ	1			X	MEDICINA VETERINARIA	NO FUNCIONA
21	RAYOS X DENTALES	16486	2120	DENTAL X-RAY	DX-073	1			X	MEDICINA VETERINARIA	NO FUNCIONA
22	NEGATOSCOPIO	16453	N/A	N/A	N/A	1	X			MEDICINA VETERINARIA	
23	ECOGRAFO	15785	8449063	ESAOTE	AQUILA PRO	1			X	MEDICINA VETERINARIA	NO FUNCIONA
24	MESA DE CIRUGIA	16460-SP	N/A	N/A	N/A	1		X		MEDICINA VETERINARIA	
25	MESA DE CIRUGIA	16468-SP	N/A	N/A	N/A	1	X			MEDICINA VETERINARIA	
26	NEGATOSCOPIO	16484	N/A	BIGVIEW	N/A	1	X			MEDICINA VETERINARIA	
27	PH METRO	N/A	EDGE EC KIT 11	HANNA	HI2030-01	1	X			MEDICINA VETERINARIA	
28	SUCCIONADOR	16138	39700000222	SCHUELER	2200	1			X	MEDICINA VETERINARIA	NO FUNCIONA

**Tabla 2.** Inventario de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria.

## Etapa 2: Diseñar

Estos campos de acción de la interfaz gráfica se desarrollarán mediante una plataforma CMS de código abierto llamada “Strapi”. La plataforma ofrece una gran interfaz de usuario intuitiva para crear y administrar el contenido de los campos requeridos para la gestión y control de los mantenimientos.

Se establecerá bocetos para las interfaces que tendrá el sistema como creación, eliminación de equipos, solicitud e informes de mantenimientos.

El desarrollo del sistema conlleva a la elaboración de una planificación que sostenga las características que son necesarias para la implementación de dicho

software, para la recolección de los requerimientos se elabora unas historias de usuario donde se pueda incluir todos los campos de acción del sistema de información.

Se utilizará la metodología SCRUM, que es un marco de procesos que se ha utilizado para gestionar el desarrollo de productos complejos. No es un proceso o una técnica para la construcción de productos; más bien, es un marco dentro del cual se pueden utilizar diferentes procesos y técnicas y fue desarrollado bajo el esquema metodológico.

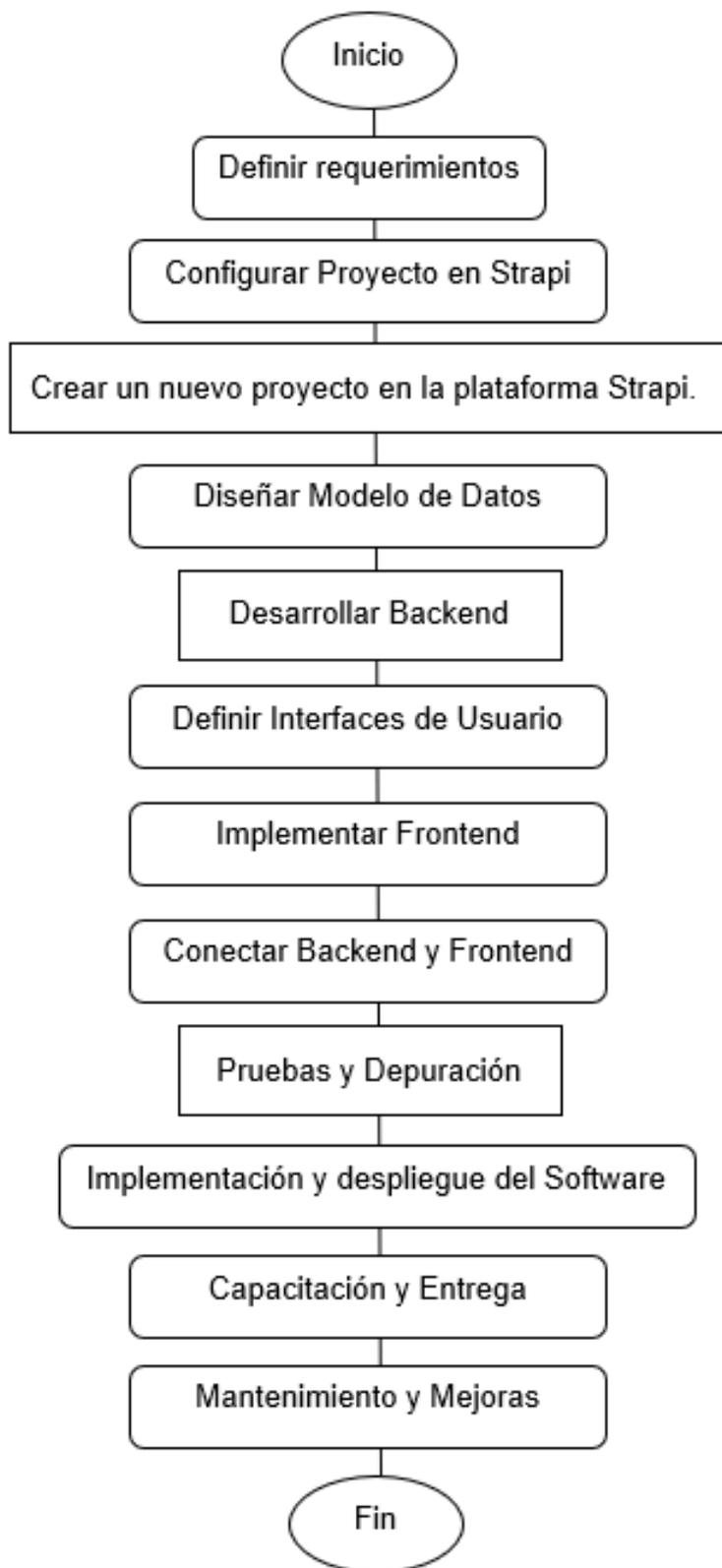


Figura 5. Diagrama de flujo del software.

### **Fase de requerimientos:**

Encuestas y entrevistas al profesional especializado en creación de páginas web, además, de personal que realiza mantenimiento en la clínica para ver qué campos agregar en los formularios.

Se realizará por Sprint para dar la seguridad que los entregables son realmente funcionales.

### **Fase de desarrollo:**

-Sprint: Consiste en la realización de un plan semanales de las tareas donde se crea un incremento de software potencialmente entregable.

-Daily Scrum: Cada día de un sprint, se realiza la reunión (análisis) sobre el estado del sistema.

-Sprint Review: Revisión del trabajo que fue completado y el que no fue completado con su respectiva justificación y análisis de mejora.

### **Componentes tecnológicos utilizados:**

- Base de datos: SQLite (posibilidad de migrar a Postgres o Mysql).

- Lenguaje de programación: JavaScript

Arquitectura de la aplicación:

-Backend: Strapi CMS como backend para gestionar los contenidos de la aplicación, con una base de datos SQLite.

- Plugin Personalizado para generar Reporte.

**Pruebas técnicas:** Completamente funcionales, evaluadas por el equipo de desarrollo, cuando se realiza este proceso se da un aval para seguir con el despliegue e implementación del aplicativo.

## Herramientas

### Hardware

**Computadora:** Se requiere una computadora con un sistema operativo libre, en este caso será Linux usando una distribución de Debian GNU/Linux. Donde se instalará el software necesario para realizar el aplicativo.

### Software:

**JavaScript:** Un lenguaje de programación de alto nivel orientado a objetos llamado JavaScript se utiliza principalmente para desarrollar contenido web interactivo. Brendan Eich lo desarrolló en 1995 y ahora es uno de los lenguajes de programación más apreciados y ampliamente utilizados.

**NodeJS:** Los propósitos principales del entorno de tiempo de ejecución de JavaScript, o js, son el desarrollo de herramientas de línea de comandos y aplicaciones de servidor. Fue desarrollado por Ryan Dahl en 2009 y se basa en el motor JavaScript V8 utilizado en Google Chrome.

**Visual Studio Code:** Visual Studio Code (VS Code) es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft que se utiliza principalmente para programar en diversos lenguajes de programación como JavaScript, Python, C++, Java, entre otros. Es un editor gratuito, de código abierto y multiplataforma que se puede utilizar en Windows, macOS y Linux.

**Git:** Es una herramienta de gestión de versiones de código abierto para proyectos de software. Antes de que la versión más reciente esté lista, un desarrollador debe realizar cambios en el código con frecuencia.

Cada modificación realizada en una computadora de desarrollo es guardada por un sistema de administración de versiones. El código de cada desarrollador se guarda en una copia. El código se puede actualizar en cualquier momento con la sincronización del trabajo en equipo de Git.

**Gitlab:** Es un repositorio Git en internet donde se aloja el código del aplicativo. Al cargar un proyecto, tiene la opción de hacerlo público o privado. Es un gran lugar para conocer redes y personas con ideas afines y compartir proyectos. La comunidad es enorme y el número de proyectos es aún mayor. En este caso será privado.

Está también no ayuda hacer un seguimiento a las tareas del aplicativo, mediante un tablero Kanban, para los Springs.

**Requisitos de infraestructura y alojamiento:**

- La aplicación se aloja en un servidor de AWS EC2 con Ubuntu 20.04 LTS.
- Se necesita un mínimo de 2GB de RAM, 2 vCPUs, y 20GB de espacio en disco para que la aplicación funcione correctamente.

***Etapa 3: implementar.***

Durante la fase de implementación, se programaron mantenimientos de cada uno de los equipos biomédicos utilizando el sistema de información. Se implementó un manual de procedimientos mediante un sitio web, que se encarga del registro de la información de los equipos biomédicos. Esto permite que el usuario pueda ingresar al sistema y hacer solicitudes de mantenimiento a la tecnología biomédica, como también apoyar al ingeniero encargado del mantenimiento donde este pueda ingresar detalles del trabajo realizado y

mediante el sistema generar los reportes de la hoja de vida y de los mantenimientos de forma automatizada.

Por consiguiente, el manual tiene como prioridad el estado actual de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria, por tal razón este sistema es de gran importancia ya que permite llevar a cabo un control en el estado físico funcional del equipo y determinar si hay necesidad de que sea descartado o remplazado.

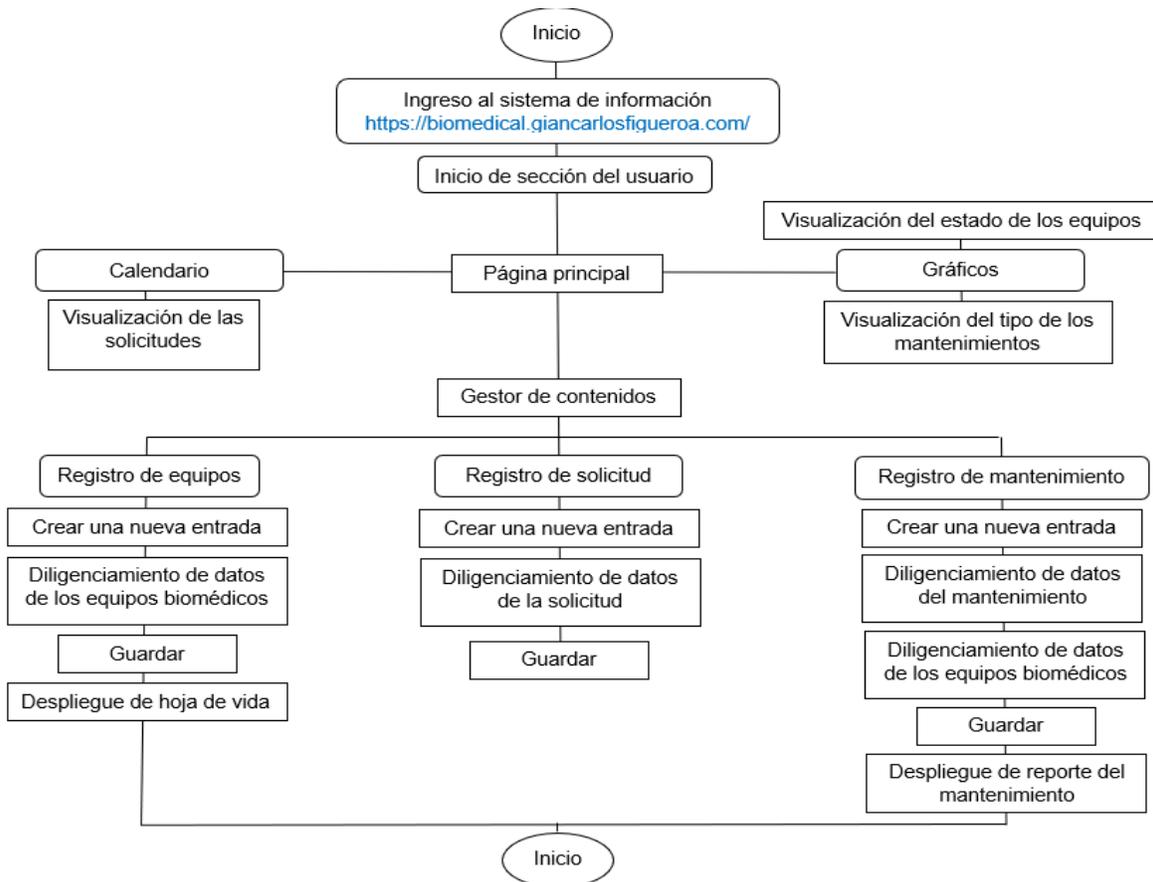
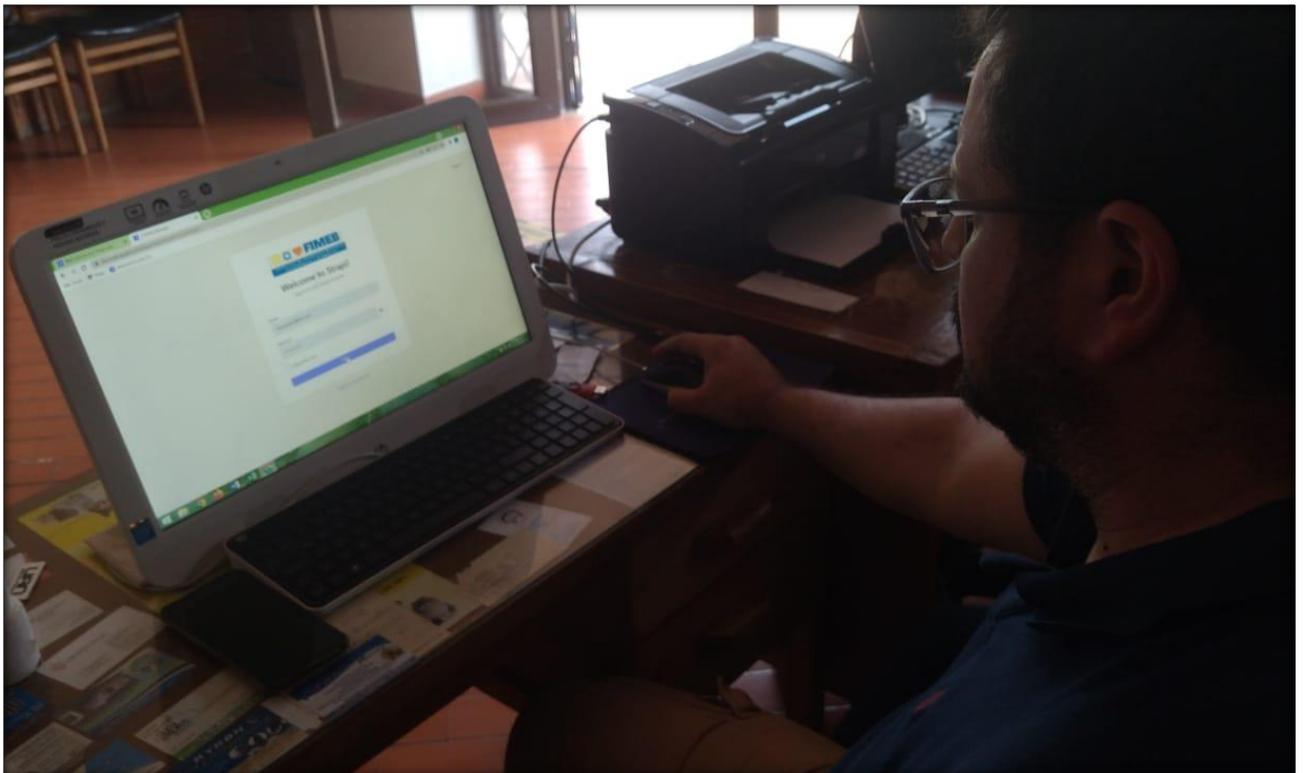


Figura 6. Diagrama de flujo del Manual de metodologías y operaciones

#### ***Etapa 4: Operar.***

En esta sección se hace entrega del sistema de información al personal encargado en la clínica veterinaria, exponiendo cada uno de los componentes del sistema con su respectivo funcionamiento.

Además, se incluye **una capacitación** en donde se entregará el manual de ejecución del sistema, lo cual permitirá al usuario tener más facilidad a la hora de hacer uso adecuado del sistema.



*Figura 7. Validación del sistema en la clínica veterinaria.*



## ENTREGA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Por medio de la presente se permite dar entrega del sistema de información desarrollado en conformidad y de acuerdo con los puntos estipulados en el libro, cumpliendo con sus expectativas de diseño y funcionalidad, cabe mencionar que se realizaron los ajustes necesarios para tener un sitio optimo, que cumple con la finalidad del mismo, con un contacto rápido y efectivo para la gestión y solicitud de los mantenimientos de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria de la universidad Antonio Nariño sede Popayán

Durante el desarrollo del sistema de información se realizaron pruebas de funcionalidad en todas y cada una de sus secciones definidas, hasta lograr total satisfacción.

Conforme a lo anterior las partes se disponen a firmar este documento dejando como constancia que se ha dado cumplimiento y cabalidad del sistema de información.

Se firma en la ciudad de Popayán, departamento del Cauca, a los veintiún (21) días del mes de julio del año 2023.

**Responsable de Entrega:**  
Daniel Alejandro Figueroa Revelo  
Cc: 1006849438  
Estudiante de Ingeniería Biomédica

**Responsable Receptor:**  
Daniel Arboleda Ordoñez  
Cc: 4617710  
Director de la clínica veterinaria UAN

Figura 8. Carta de entrega del sistema de información.

## **Resultados y análisis de los resultados**

### **Resultados**

El sistema de información que se propone dentro del presente proyecto está enfocado en la asistencia que se le debe brindar a todo equipo biomédico, teniendo en consideración que se debe ejecutar un control en la hoja de vida de estos equipos, sin embargo cabe destacar las características importantes que se encontraran inmersas en el software a implementar y las más destacadas son: un registro continuo de información básica y detallada sobre cada vez que se realiza un mantenimiento ya sea preventivo, correctivo o predictivo y mantener de forma correcta todos los registros con fecha y hora en el momento que se ejecutó el procesamiento de la operación solicitada.

Además, se incluirá un resumen de informe de los mantenimientos, como también un reporte del estado actual de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria, como también determinar y/o decidir en el tiempo la condición física funcional del equipo, la necesidad de eliminación o reemplazo de la tecnología biomédica.

Durante el levantamiento de información se ejecutó el inventario antes expuesto con el fin de incluirlo y codificarlo dentro de la base de datos del software, de tal manera que para la puesta en marcha el mismo ya tenga incorporada la información de los equipos disponibles, junto con sus fechas de mantenimiento, ingresos y salidas entre otros de tal manera que se cumple con el principal requerimiento.

Dentro de los requerimientos se puede decir que de forma general son los siguientes:

- Que tenga al menos 3 roles: el director, el administrador y los estudiantes o un rol abierto para las demás personas que desarrollen algún tipo de actividad en la clínica
- Que permita descargar informes de la gestión por periodos
- Que permita registrar equipos nuevos y los movimientos o cambios de los actuales
- Que genere alertas por calendario para los mantenimientos preventivos.

### LISTA DE CHEQUEO ENTREGA DEL SISTEMA.

Nombre: Daniel Arboleda Ordoñez Cargo: Director de la clínica veterinaria UAN  
 Correo: clinivet.uan@gmail.com Fecha: 21 de julio de 2023

Pregunta	Cumple	
	Si	No
1. ¿El sistema tendrá un módulo de generación de Informes de mantenimiento?	X	
2. Es fácil descargar los resultados de las bases de datos del sistema para poder plasmar la información detallada en los Informes	X	
3. ¿El sistema ha sido personalizado y adaptado a las necesidades específicas de la clínica?	X	
4. ¿El sistema permitirá generar solicitudes de mantenimiento de los equipos biomédicos?	X	
5. ¿Considera de utilidad la implementación del sistema?	X	
6. ¿Considera usted que el sistema disminuye los tiempos de ejecución de las actividades administrativas?	X	
7. ¿El diligenciamiento de los formularios es fácil y práctico?	X	
8. ¿Se observa una disminución en los tiempos para ejecutar las actividades frente a la ejecución manual?	X	
9. ¿Se dispone del rol del administrador para poder hacer soporte en caso de ser necesario?	X	
10. ¿El sistema facilitará el seguimiento de los equipos biomédicos a lo largo del tiempo?	X	
11. ¿El sistema ha sido integrado con la base de datos de los equipos biomédicos de la clínica?	X	
12. ¿Tiene alguna sugerencia? _____ _____ _____		X

Figura 9. Lista de chequeo de entrega del sistema.

***Sistema de información para el registro de equipos, solicitud, informe de mantenimientos y reporte del estado de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria.***

El diseño está enfocado en una interfaz gráfica donde los usuarios al ingresar al sistema obtendrá las opciones de solicitar los mantenimientos (correctivo, preventivo, y predictivo) al equipo biomédico que presente fallas o presente algún incidente dentro de la clínica veterinaria, también tendrá la posibilidad de registrar o eliminar equipos, como también que el usuario encargado del mantenimiento, mediante el sistema genere la actualización del reporte del mantenimiento y el estado actual del equipo biomédico solicitado.

Dentro de las líneas de trabajo del programa se efectuará dentro de la ingeniería clínica y gestión hospitalaria ya que el propósito es tomar en cuenta los equipos biomédicos de la clínica veterinaria como base inicial y la posibilidad de incluir posteriormente los equipos de enfermería y odontología.

Los usuarios inmediatos encargados de la plataforma estarán conformados por los miembros directos de la clínica veterinaria, quienes recibirán la guía de uso, manejo, control y seguimiento del sistema de información.

El diseño estará enfocado en una interfaz gráfica donde los usuarios al ingresar al sistema automatizado, el cual obtendrá las opciones de solicitar los mantenimientos (correctivo, preventivo, y predictivo) al equipo biomédico que presente fallas o presente algún incidente dentro de la clínica veterinaria, también tendrá la posibilidad de registrar o eliminar equipos, como también que el usuario

mediante el sistema genere la actualización del reporte del mantenimiento y el estado actual del equipo biomédico solicitado.

Teniendo en cuenta lo anterior se procede a describir los resultados que se obtuvieron del sistema de información para la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos, cabe detallar que procedimiento se logró completar satisfactoriamente cumpliendo con cada uno de los objetivos planteados, trayendo consigo un componente innovador y servicio de apoyo para la clínica veterinaria de la Universidad Antonio Nariño sede Popayán.

El sistema de información se socializo ante los jurados y directivos encargados del programa de ingeniería biomédica, donde se dará a conocer su funcionamiento, alcance y resultado, sometiendo a validación y verificación de que la información de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria coincida con el sistema de información para que este ejecute su debida función.

En esta sección se presenta los resultados obtenidos del sistema, con su respectivo diligenciamiento de datos en la plataforma.

***Manual de procedimientos y metodologías de mantenimiento para los equipos biomédicos de la clínica veterinaria.***

**1. Inicio de sesión:** Para el ingreso al sistema se debe realizar un registro, donde se ingrese datos del usuario como su respectivo correo electrónico y contraseña que se le haya asignado.

Logo: FIMEB FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA

## ¡Bienvenido a Strapi!

Inicie sesión en su cuenta de Strapi

Correo electrónico\*

funcionario@bio.com

Contraseña\*

Qwerty12345

Acuérdate de mí

Acceso

[¿Olvidaste tu contraseña?](#)

Figura 10. Captura de inicio de sesión del sistema. Fuente propia.

**2. Página principal.** En esta sección se encuentra el gestor de contenido del sistema, en donde se puede observar la base de datos de los 29 equipos biomédicos de la clínica veterinaria, adicionalmente dentro del menú podemos encontrar las 3 pestañas principales como son respectivamente “Registro de equipos”, “Registro de mantenimiento”, “Registro de solicitud”.

Tabla de Strapi  
Lugar de trabajo

Contenido

TIPOS DE COLECCIÓN

- Registro de equipos
- Registro de Mantenimiento
- Registro de solicitud

TIPOS INDIVIDUALES

← Atrás

### Registro de equipos

29 entradas encontradas

Crear nueva entrada

4 seleccionados actualmente

<input type="checkbox"/>	NOMBRE	PLACA	MARCA	FOTO			
<input type="checkbox"/>	AUTOCLAVE	15783	TODO AMERICANO	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	BOMBA DE INFUSION	23033	ORBEC	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	BOMBA DE JERINGA	POR19810070517	BOMBA	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	RASPADOR CAVITRON B55	PPED0035864	ULTRA SONIDO	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	CENTRIFUGADORA	N / A	ZENITHLAB	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	ECOGRAFO	PPED0036432	ESAOTE	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	ECOGRAFO	15785	ESAOTE	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	ELECTROBISTURI	PPED0036595	SURTRON	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	ENDOSCOPIO	PPED0036596	MÁS GRANDE	-	/	🗑	🔍
<input type="checkbox"/>	KIT GLUCOMETRO GLUCOQUICK G30	N / A	GLUCO QUI	-	/	🗑	🔍

funcionario

10 Entradas por página

< 1 2 3 >

Figura 11. Captura de la página principal del sistema.

**3.Registro de equipos.** En esta sección seleccionando el campo “crear nueva entrada” se ingresan al sistema los equipos nuevos mediante un formulario de diligenciamiento de datos del equipo biomédico.

Contenido

TIPOS DE COLECCIÓN 3

- Registro de equipos
- Registro de Mantenimiento
- Registro de solicitud

TIPOS INDIVIDUALES 0

[← Atrás](#)

## Crear una entrada

ID de API: equipo

Nombre*	modelos*	Serie*
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
placa*	marca*	Estado*
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ubicación*	Inv/Acv	fabricante
<input type="text" value="Clínica Veterinaria UAN"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Registro sanitario o PC	Servicio	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Fecha de compra	Fecha Vencimiento Garantía	Fecha de Operación
<input type="text" value="📅"/>	<input type="text" value="📅"/>	<input type="text" value="📅"/>
Fuente de alimentacion	Voltaje Mínimo	Voltaje Máximo
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Corriente Mínima	Corriente Máxima	potencia
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
presion	Frecuencia	Temperatura
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura 12. Captura de formulario de registro de equipos.

TIPOS DE COLECCIÓN 3

- Registro de equipos
- Registro de Mantenimiento
- Registro de solicitud

TIPOS INDIVIDUALES 0

Rango Humedad	Rango Temperatura	rango corriente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
tiene planos	tiene manuales	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Clasificación Biomédica	Clasificación por riesgo	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
accesorios ( 2 )		
<input type="text" value="accesorios1"/> <input type="text" value="🗑️ ⋮"/>		
<input type="text" value="accesorioo2"/> <input type="text" value="🗑️ ⋮"/>		
+ Agregar una entrada		
Observación	Foto	
<input type="text"/>	<input type="text" value="📷"/> <p>Haga clic para agregar un activo o arrastre y suelte uno en esta área</p>	
<input type="text" value="📄 Generar Hoja de Vida"/>		

Figura 13. Digitalización automatizada de la hoja de vida.

Adicionalmente, esta sección permite crear la hoja de vida de los equipos biomédicos ya que la plataforma al final del formulario permite seleccionar un campo llamado “generar hoja de vida”, el cual realiza una digitalización automatizada de los datos obtenidos para posteriormente imprimirlos en un formato de una hoja de vida como la que se muestra a continuación.



**FICHA TECNICA DE EQUIPO BIOMEDICO**  
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO-SEDE POPAYAN  
Clínica veterinaria

FECHA: 7/26/2023

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

**EQUIPO:** AUTOCLAVE **MODELO:** 25X  
**MARCA:** ALL AMERICAN **INV/ACT:**  
**SERIE:** N/A **UBICACIÓN:** Clínica Veterinaria UAN  
**PLACA:** 15783 **SERVICIO:**  
**REGISTRO SANITARIO O PC:**

**REGISTRO HISTORICO**

**FECHA DE COMPRA:** 1/1/1970 **FECHA VEN.GARANTIA:** 1/1/1970  
**FABRICANTE:** **FECHA DE OPERACION:** 1/1/1970  
**FUENTE DE ALIMENTACION:**

**REGISTRO DE APOYO TECNICO**

**FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO**

**MANUALES:** **TRIMESTRAL**  
**PLANOS:** **SEMESTRAL**  
**CLASIFICACION BIOMÉDICA:** **ANUAL**  
**CLASIFICACION POR RIESGO:**

**COMPONENTES / ACCESORIOS DEL EQUIPO**

Item	Nombre
1	Accesorio1
2	Accesorio2

**DATOS DEL PROVEEDOR**

**ESTADO DEL EQUIPO**

**PROVEEDORES DEL EQUIPO BIOMEDICO**

**ESTADO(BUENO,MALO,REGULAR ,MALO)**

Figura 14. Formato Ficha tecnica de los equipos biomédicos.

**4. Registro de solicitud:** En esta sección la plataforma permite al usuario de la clínica veterinaria crear solicitudes de mantenimiento a los equipos biomédicos registrados en la base de datos.

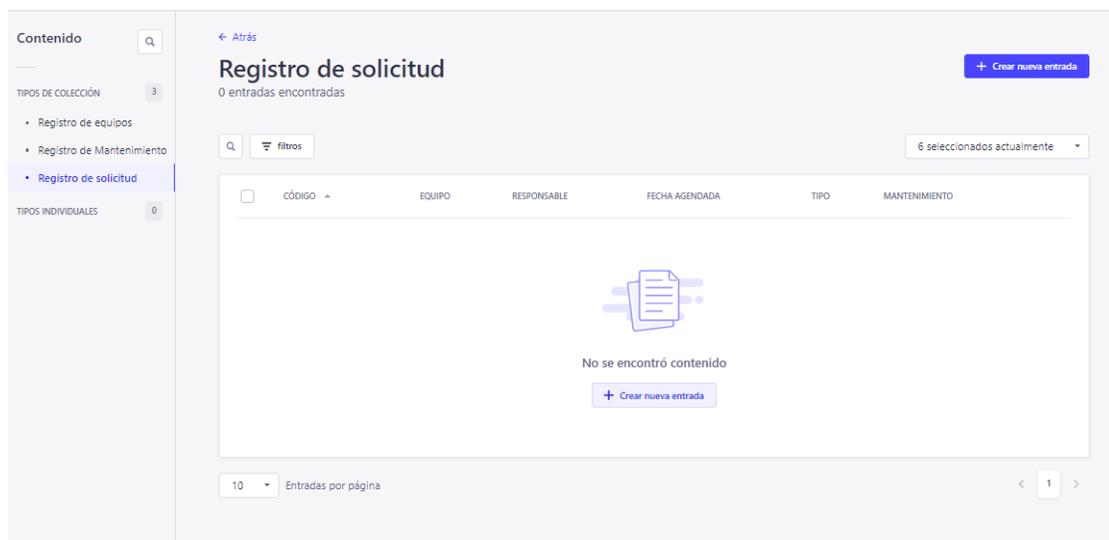


Figura 15. Captura de bandeja de entrada de las solicitudes de mantenimiento. Fuente propia.

El sistema permite generar la solicitud a través de un formulario en donde se seleccione el equipo, añadiendo que tipo de mantenimiento ya sea “correctivo”, “preventivo”, o “predictivo”.

Cabe resaltar que la solicitud tendrá una fecha agendada la cual se evidenciará en el calendario del sistema para ser atendida por el usuario encargado del mantenimiento.

Contenido

TIPOS DE COLECCIÓN 3

- Registro de equipos
- Registro de Mantenimiento
- **Registro de solicitud**

TIPOS INDIVIDUALES 0

[← Atrás](#)

## Crear una entrada

API ID : solicitud

código

equipo

motivo\*

Motivo de la solicitud o visita.

tipo\*

Seleccione el tipo de mantenimiento.

Evidencia fotográfica

Haga clic para agregar un activo o arrastre y suelte uno en esta área

Fecha Agendada

responsable

Mantenimiento

Este campo lo ingresa la empresa encargada. Este campo lo ingresa la empresa encargada.

**Figura 16** Formulario de diligenciamiento de solicitudes de mantenimiento.

**5. Registro de mantenimiento:** En esta sección la plataforma permite atender la solicitud registrada, por lo tanto, ofrece un formulario donde se registra todos los detalles del mantenimiento del equipo.

Figura 17. Formulario registro del mantenimiento solicitado. Fuente propia.

Figura 18. Digitalización automatizada del informe general del mantenimiento. Fuente propia.

En esta sección le permite al usuario generar el reporte de mantenimiento mediante un campo llamado “informe general”, el cual realiza una digitalización automatizada de la información obtenida en el formulario para posteriormente

imprimirlos en un formato de reporte de mantenimiento como el que se muestra a continuación.

		<b>FORMATO DE REPORTE DE MANTENIMIENTO</b>	
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO-SEDE POPAYAN Clínica veterinaria Facultad de ingeniería mecánica electrónica y biomédica		Código: COD-12321	
		Fecha: 4/10/2023	
<b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>			
EQUIPO: ECOGRAFO		SERIE: V21340134	
MARCA: ESAOTE		PLACA: PPE0036432	
MODELO: AHM180PS19		UBICACIÓN: undefined	
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>			
MANTENIMIENTO: Preventivo			
<b>MOTIVO DE LA VISITA</b>			
se daño tarjeta			
<b>DIAGNOSTICO INICIAL</b>			
<b>TRABAJO REALIZADO</b>			
<b>REPUESTOS Y/O ACCESORIOS INSTALADOS</b>		<b>OBSERVACIONES</b>	
<b>SERVICIO REALIZADO POR</b>		<b>RESPONSABLE DEL AREA</b>	
NOMBRE: Daniel Figueroa		NOMBRE: Julian	
CARGO:		CARGO: profe	
FIRMA:		FIRMA:	

Figura 19. Formato de reporte de mantenimiento. Fuente propia.

**6. Calendario:** El calendario está compuesto por un sistema de información lo cual se basa en una visualización de las solicitudes registradas en la plataforma,

por lo tanto, permite llevar un control en la atención de las solicitudes de los mantenimientos.

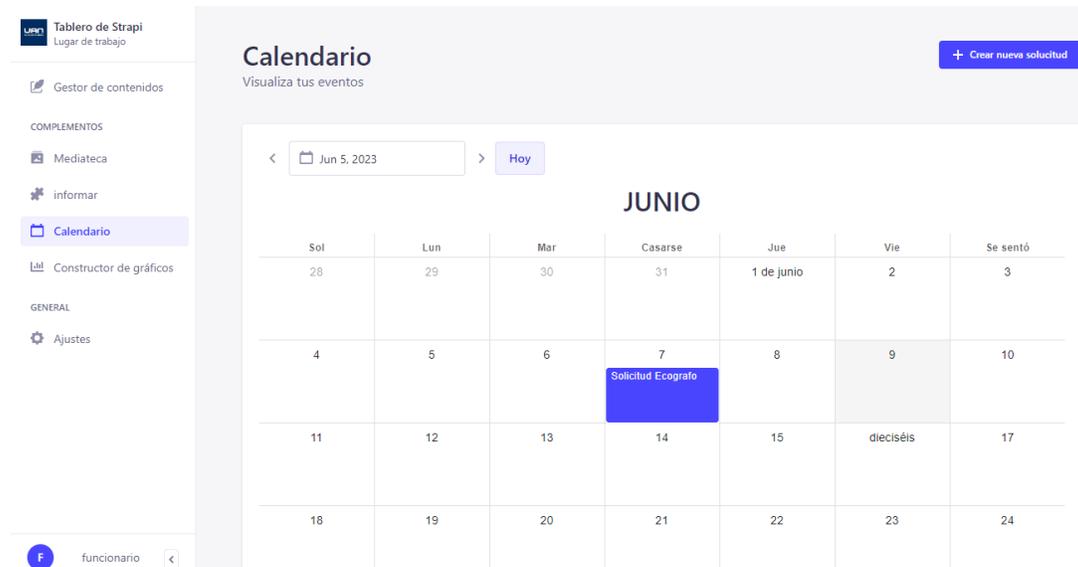


Figura 20. Captura de calendario del sistema. Fuente propia.

**7.Grafico estado actual de los equipos biomédicos:** En esta sección se muestran los resultados del estado actual de los equipos biomédicos registrados en la base de datos.

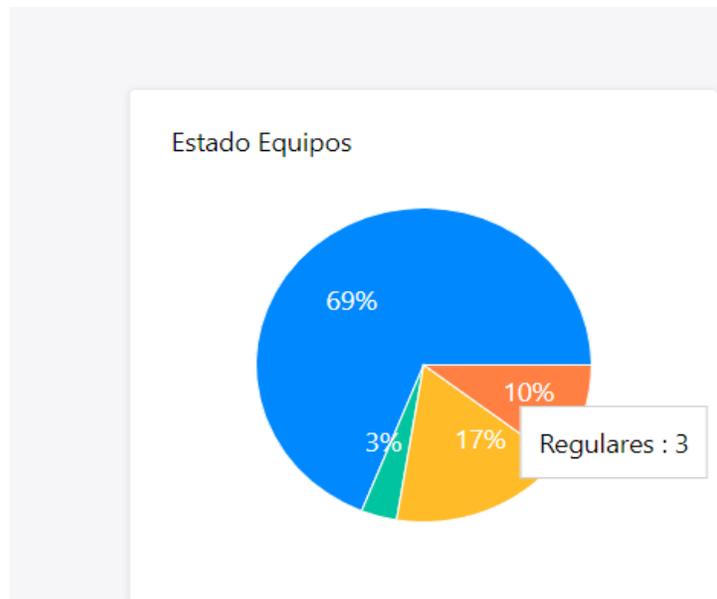


Figura 21. Gráfico estadístico acerca del estado actual de los equipos biomédicos. Fuente propia.

**8. Grafico tipos de mantenimientos:** En esta sección se muestran los resultados de todos los mantenimientos realizados dentro del sistema, clasificándolos por el tipo de mantenimiento ya se correctivo, preventivo o predictivo.



*Figura 22. Gráfico estadísticos de tipos de mantenimientos. Fuente propia.*

***Validación el sistema de información aplicándolo en los equipos biomédicos de la clínica veterinaria.***

## Conclusiones

A partir de la información antes expuesta fue posible llegar a las siguientes conclusiones con la intención de responder a los objetivos que se ejecutan en el orden en que están expuestos en los resultados.

Se puede concluir que efectivamente se ejecutó el levantamiento de la información, respecto de los equipos disponibles en la clínica, con dos intenciones, en primer lugar dimensionar las bases de datos a utilizar y en segundo lugar generar la codificación y orden adecuado de los equipos para registrarlos en el sistema, además de los requerimientos mínimos necesarios para la creación del mismo.

Se cumplió el objetivo de desarrollar un sitio web para el registro de equipos, solicitud, informe de mantenimientos y reporte del estado de los equipos biomédicos de la clínica veterinaria. De tal manera que se reafirma la existencia del sistema en el siguiente sitio: <http://biomedical.giancarlosfigueroa.com>.

Además, se concluye que en efecto del tercer capítulo de los resultados se encuentran descritas todas las funciones que cumple el sistema y la forma de acceder a cada una de ellas.

Respecto de la validación el sistema de información aplicándolo en los equipos biomédicos de la clínica veterinaria, se puede decir que la misma se efectúa sin mayor dificultad en la medida en que el director de la clínica lo recibió y diligencio de manera positiva la lista de chequeo de la entrega.

Se puede decir que la ejecución de este proyecto se realizó con el objetivo de dar apoyo a la gestión de los mantenimientos de la tecnología biomédica en la clínica veterinaria, aportando de manera significativa en el proceso de diligenciamiento de datos, como también la capacidad del sistema para crear solicitudes de mantenimiento y atender la solicitud mediante un formulario donde se evidencie el trabajo realizado al equipo biomédico a través de un reporte de mantenimiento.

La culminación de este documento se completa tanto del sistema de gestión como de la documentación asociada a través de las fases de iniciación, perfeccionamiento, construcción y migración del modelo de desarrollo de procesos integrados. A través de este estudio, se evaluaron los aspectos técnicos, operativos, económicos y legales del proyecto para determinar qué tan viable sería el proyecto en caso de implementarse. Se investigaron los riesgos que pudieran afectar el desarrollo del proyecto y se desarrollaron planes de mitigación y contingencia para los más riesgosos.

De igual forma, se examinan los distintos usuarios que componen el sistema, mostrando las características y tareas que realiza cada uno, todos los procesos para la elaboración de este producto de software han sido meticulosamente documentados y se presentan como sistemas web para soportar los sistemas actuales en las clínicas veterinarias. Analizamos los posibles riesgos asociados a la construcción del producto e intentamos mitigar los problemas que se presenten.

## **Recomendaciones**

- Darle continuo mantenimiento al sistema para que este funcione de forma correcta sin ningun tipo de contratiempos
- Restringir acceso a la base de datos a personas que no tenga un adecuado conocimiento de esta para evitar pérdidas de información que serían nefastas para la institucion.
- Realizar cada cierto tiempo un respaldo de la información almacenada en la base de datos ya que pueden surgir de desastres u otra índole que ocasionen pérdida de la información
- Permitir que solo personal autorizado acceda al servidor web para la administración correcta de este

## Bibliografía

- Attaran, M. (2017). The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing. *Business Horizons*, 60(5), 677-688.
- Bennett, C. &. (2019). Palliative Care Services at Home: viewpoint from a multidocor practice. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 49(3), 529-551.
- Bermúdez M. (2021). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos basado en evidencia en la Clínica Imbanaco de la ciudad de Cali. *Red de Repositorios Latinoamericanos*.
- Capello, V. R. (2018). The effect of biopsy-hole shape and size on bone strength measured by bending test. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 31(01), 016-022.
- Carvalho, H. A.-M. (2019). Agile and resilient approaches to supply chain management: influence on performance and competitiveness. *Logistics*, 3(2), 15.
- Cedeno A. Catuto A. & Rodas J. (2021). El uso de aplicaciones Web para la Gestión de clínicas veterinarias y su incidencia en la mejora de procesos administrativos. *Artículo de investigación*.
- Cutro, A. (2010, Marzo 10). *Orígenes y Antecedentes de las Bases de Datos*. Retrieved Marzo 2, 2023, from Dataprix: <https://www.dataprix.com/es/mineria-datos-aplicada-encuesta-permanente-hogares/24-origenes-y-antecedentes-bases-datos#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20Base%20de%20Datos,un%20simposio%20celebrado%20en%20California.&text=Edgar%20Frank%20Codd%20defini%C3%B3%20el>,
- Denisse S. (2021). *Diseño de manuales de procesos y procedimientos para la clínica veterinaria*. Retrieved from Trabajo de titulación: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SINGRE%20VITERI%20DENISSE%20ELIZABETH.pdf>
- Diaz P. (2023). ¿Qué son las lámparas quirúrgicas? *El Hospital*.

- Gasca M. Camargo L. & Medina M. (2020). Gestión del mantenimiento para la confiabilidad operacional. *Revista Espacios*.
- Gerencia del área de salud de Plasencia.,. (2008). *Bombas de Infusion externas*. Retrieved from SES: <http://areasaludplasencia.es/wasp/pdfs/7/717004.pdf>
- Guasca, C. G. (2023, Febrero 25). *Portafolio*. Retrieved from Portafolio: <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/empresas-colombianas-en-el-camino-de-la-transformacion-digital-579016>
- International, J. C. (2020). JCI Accreditation Standards for Hospitals, 7th Edition. . *Joint Commission Resources*.
- Londoño, J., & García , J. (2018). *SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LABORATORIOS VETERINARIOS*. Retrieved Marzo 3, 2023, from tdea: [https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tda/439/SISTEMA%20DE%20INFORMACION%20PARA%20LABORATORIOS%20CLINICOS%20VETERINARIO S.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tda/439/SISTEMA%20DE%20INFORMACION%20PARA%20LABORATORIOS%20CLINICOS%20VETERINARIO%20S.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Muchiri, P. &. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46.
- Oracle. (S.f). *¿Qué es una base de datos?* Retrieved Marzo 1, 2023, from OCL: <https://www.oracle.com/co/database/what-is-database/>
- Pimentel P. Fiestas F., &. G. (2018). *Uso básico de los equipos biomédicos*. Boletín tecnológico N 1.
- Promedco. (2019). *Importancia de realizar mantenimiento a sus equipos medicos*. Retrieved enero 16, 2023, from Promedco: <https://www.promedco.com/noticias/importancia-mantenimiento-de-equipos-medicos#:~:text=electr%C3%B3nicos%2C%20entre%20otros.-,>
- Ramirez E. Obando F. Sánchez M. Calvo P. Ordoñez A. Ordoñez S. & Villa J. (2015). *Manual de gestión de mantenimiento del equipo biométrico*. Cali: Dirección de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico.
- Reyes, M. (2011). *“DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS PARA EL ANALISIS DE LA INFORMACIÓN CLINICA EN MEDICINA VETERINARIA*. Retrieved Marzo 6, 2023, from Uchile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131451/Desarrollo-de-una-base-de-datos-para-el-an%C3%A1lisis-de-la-informaci%C3%B3n-cl%C3%ADnica-en>

medicina-veterinaria-inclusi%C3%B3n-de-una-nomenclatura-sistematizada.pdf?sequence=1

- Ríos I. (2021). *Lineamiento para la política de gestión de equipos biomédicos de uso hospitalario basados en los estándares internacionales ISO 55001, ISO 31000 y tecnovigilancia*. Retrieved from Tesis de grado: <https://bit.ly/3UNJRi4>
- Rivas A. & Pluas M. (2018, Agosto). *Diseño e implementación de una aplicación web para inventario de productos y control de mascotas para veterinaria "Multicentro de las Mascotas"*. Retrieved from Proyecto de grado: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15922/1/UPS-GT002230.pdf>
- Rumie L. (2018). *Diseño de manuales de procedimientos para la clínica veterinaria Zoovet jk ubicada en el centro comercial el molino local 45 Garzón - Huila*. Retrieved from Trabajo de grado: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/24126/%20lrumie.pdf;jsessionid=61EE93F95E7CDA237CD6676F27E025.jvm1?sequence=1>
- Social, M. d. (2015). Resolución 2968 de 2015 Por la cual se adoptan las Buenas Prácticas de Manufactura para la fabricación de dispositivos médicos y se dictan otras disposiciones.
- Torres C. (2012). *Sistema de gestión para la clínica veterinaria*. Retrieved from Informe final de proyecto: [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-7500/UCF7886\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-7500/UCF7886_01.pdf)
- Trasobares H. (2020). Los sistemas de información: evolución y desarrollo. *Departamento de Economía y Dirección de Empresas Universidad de Zaragoza*.
- Túnez I. Muñoz M. & Montilla P. (2020). Centrifugación. Estudio del hematocrito. *Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Medicina, Avda. Menéndez Pidal s/n,.*
- Wikipedia. (2016, Abril 21). *Base de datos*. Retrieved Marzo 2, 2023, from Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Base\\_de\\_datos](https://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos)



## Anexos

### Anexo 1: Manual de instalación del sistema de información.

Se necesita descargar el código fuente de un repositorio de gitlab que está privado con un acceso con token. (todos los comandos indicados están basados en una terminal linux).

Importante se necesita de un Ingeniero de Sistemas con conocimientos en:

- Git
- Node JS
- Strapi
- Gestion de Servidores

Instalación GIT

Linux

Debian / Ubuntu

Abra una terminal.

Ejecuta los siguientes comandos para actualizar el índice de paquetes y luego instalar.

- **sudo apt-get update**
- **sudo apt-get install git**
- **git --version (valida que se instaló correctamente).**

Para otras plataformas como Windows o Mac, se puede consultar la instalación de Git en su documentación oficial. <https://git-scm.com/downloads>

Teniendo instalado GIT, se procede a descargar el proyecto con el siguiente comando desde la terminal.

- **git clone** <https://gitlab.com/ceodevpower/biomedical.git>

Este comando va pedir un usuario y contraseña que sería en ambos el token:

**glpat-AQwMTyLAIH1nVUpXenDL**

Se recomienda una vez descargado migrar a un repositorio de la universidad ya que con ese token solo se puede hacer una lectura del código.

Instalación de Node.js

## Linux

Debian / Ubuntu

Abra una terminal.

Ejecute los siguientes comandos para agregar el repositorio de Node.js a su sistema:

- **curl -sL https://deb.nodesource.com/setup\_16.x | sudo -E bash -**

Este comando agrega el repositorio de Node.js a su sistema y actualizará el índice de paquetes.

- **sudo apt-get install -y nodejs**

- **node--version**

Para verificar que Node.js se ha instalado correctamente.

Teniendo nuestro repository descarga y node instalado procedemos a correr el proyecto en mod desarrollador este modo nos sirve para hacer modificación a nuestro proyecto, también es bueno instalar VS Code para abrir el proyecto desde este repositorio para ver el código fuente. <https://code.visualstudio.com/download>.

Correr proyecto local

- **Cd biomedical**

Accedemos al proyecto desde la terminal

- **Npm install**

Instalamos dependencias de node que usa el proyecto entre ellas el framework de strapi.

- Importante antes de correr el proyecto en desarrollo o en producción se necesita modificar unas rutas en el archivo .env de la raíz del proyecto tenemos un parámetro que se llama **URL**, esta sería la ruta donde va correr el proyecto ejemplo en local sería <http://localhost:1337/> pero en el caso de la prueba en la tesis que lo tenemos remoto es <http://18.234.238.4:1337>, o si llegan a configurar algun dns sería <https://ejemplo.com>.

- **Npm run develop**

Corre nuestro proyecto por el puerto 1337

Se accede desde cualquier navegador por el link <http://localhost:1337/>

El proyecto en modo tesis se usó base de datos **SQLite** por facilidad de costos, esta base de datos se basa en archivos, esto significa que toda la base de datos se crea en un archivo en la ruta .tmp/data.db. Aquí podemos encontrar toda la información registrada de nuestro sistema. Se recomienda usar postgres para un paso a producción acá pueden encontrar la guía de configuración de strapi con

**Postgresql** este paso no altera código fuente es una configuración en strapi que la pueden encontrar en la siguiente documentación oficial <https://strapi.io/blog/postgre-sql-and-strapi-setup>. También se puede usar MySQL MariaDB.

Los archivos que se registran en el sistema se almacenan en el servidor donde corre la instalación de Node JS, para una posible mejora o si se llega usar nube se recomienda almacenar los archivos en algunos de los siguientes providers que tiene strapi, igual no altera el código fuente solo es configuración:

- [Amazon S3](#)
- [Cloudinary](#)
- [Local \(actual\)](#)

Despliegue en producción.

Para correr el proyecto en producción la manera más sencilla sería en la raíz del proyecto ejecutar los siguientes comandos.

- **NODE\_ENV=production npm run build**
- **NODE\_ENV=production npm run start**

Pero lo más recomendable es instalar PM2 un gestor de procesos de Node, ya en proyecto tenemos configurado el archivo para lanzar por PM2. <https://docs.strapi.io/dev-docs/deployment>

**Lanzar PM2** <https://pm2.keymetrics.io/>

- **npm install pm2 -g**

Instalar PM2

- **pm2 start**

Desde la raíz del proyecto lanzar este comando y ya lanza en producción nuestro proyecto.

Comando utiles de PM2

- **pm2 list**
- **pm2 logs**
- **pm2 stop all**

Este aplicativo web como esta realizado en el framework Strapi que está soportado por la comunidad, tiene un buena documentación, para futuras mejoras **deseen** conocer más sobre el ecosistema de Strapi acá tenemos su documentación oficial <https://docs.strapi.io/dev-docs/intro>.