UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA COMPUTACIÓN

TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PROTOTIPO DE UNA JAULA INTELIGENTE PARA MASCOTAS EN LA VETERINARIA VERYPET

AUTORES

BASTE CHAPIRO ALEJANDRO EMILIO

CÓRDOVA TAMAYO LILIANA LIZET

TUTORA

ING. YEROVI RICAURTE ELKE JACQUELINE, M.Sc.

GUAYAQUIL, ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA COMPUTACIÓN

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **PROTOTIPO DE UNA JAULA INTELIGENTE PARA MASCOTAS EN LA VETERINARIA VERYPET**, realizado por los estudiantes **BASTE CHAPIRO ALEJANDRO EMILIO y CÓRDOVA TAMAYO LILIANA LIZET**, con cédula de identidad **N° 0918904889** y **0913774840** de la **CARRERA DE COMPUTACIÓN**, Campus Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales existidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Yerovi Ricaurte Elke Jacqueline, PhD.

Guayaquil, 1 de octubre del 2026

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA COMPUTACIÓN

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "**PROTOTIPO DE UNA JAULA INTELIGENTE PARA MASCOTAS EN LA VETERINARIA VERYPET**", realizado por los estudiantes **BASTE CHAPIRO ALEJANDRO EMILIO y CÓRDOVA TAMAYO LILIANA LIZET**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

LSI. Verónica Freire Avilés
PRESIDENTE

ING. Darwin Pow Chon Long Vásquez
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. Irene Vásquez Villacís
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Elke Yerovi Ricaurte
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 21 de septiembre del 2026

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación, en primer lugar, a Dios, por brindarme las oportunidades para poder adquirir conocimientos y paciencia para realizar este proyecto

De la misma manera a familiares, amigos y colegas que siempre han estado pendiente en mi crecimiento profesional y académico.

Finalmente agradecer al todo el cuerpo docente que me ha acompañado en esta odisea durante tantos años y que a pesar de las circunstancias nunca se ha olvidado de mí y día tras día se interesaban en que culminara esta etapa.

Alejandro Emilio Baste Chapiro

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis en primer lugar a Dios, por darme fortaleza, sabiduría y perseverancia para superar cada desafío y permitirme llegar a la meta. A mis padres, por ser mi apoyo incondicional en cada etapa de este camino. Cada logro que alcanzo lleva consigo su sacrificio silencioso. A mis hijos, quienes son una de mis mayores motivaciones para seguir adelante y no rendirme. Finalmente, a mis profesores por compartir sus conocimientos y acompañarme en este camino. Con todo mi amor y gratitud, este logro es para ustedes.

Liliana Lizet Córdova Tamayo

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a Dios por guiar nuestros pasos, brindarnos la fortaleza espiritual, la salud y la sabiduría necesarias para culminar con éxito esta etapa tan importante de nuestra formación profesional. Su presencia ha sido pilar inquebrantable en cada momento de dificultad.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la tutora de tesis, Ing. Elke Yerovi por su invaluable guía, su paciencia, su tiempo y su constante asesoramiento académico a lo largo del desarrollo de este proyecto. Sus acertadas observaciones, exigencia y conocimientos fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados y dar forma a esta investigación.

De igual manera, extendemos gratitud a todo el cuerpo docente de la facultad, quienes a lo largo de los años de estudio no solo compartieron sus saberes y experiencias profesionales, sino que también fomentaron el pensamiento crítico, la ética y la pasión por la innovación y la tecnología.

A todos ellos, nuestro más sincero reconocimiento y eterno agradecimiento por haber contribuido de una u otra forma a la realización de esta meta.

Autorización de Autoría Intelectual

Nosotros BASTE CHAPIRO ALEJANDRO EMILIO, CÓRDOVA TAMAYO LILIANA LIZET, en calidad de autores del proyecto realizado, sobre "PROTOTIPO DE UNA JAULA INTELIGENTE PARA MASCOTAS EN LA VETERINARIA VERYPET" para optar el título de INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autores nos correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 01 de octubre del 2026

Alejandro Baste

BASTE CHAPIRO ALEJANDRO EMILIO
C.I. 0931597892

Liliana Córdova

CÓRDOVA TAMAYO LILIANA LIZET
C.I. 0913774840

RESUMEN

En la actualidad, las jaulas veterinarias tradicionales carecen de monitoreo, generando estrés y afectando la recuperación de mascotas, lo que evidencia la necesidad de sistemas automatizados en la clínica Verypet para reducir la carga laboral y mejorar el bienestar animal. Para abordar este problema, el marco teórico se fundamenta en el Internet de las Cosas (IoT), el uso de microcontroladores ESP8266 y sensores de temperatura, humedad, gases nocivos y sonido. La metodología aplicada tuvo un enfoque cualitativo y de desarrollo tecnológico tipo cascada, empleando técnicas de observación y entrevistas para definir los requerimientos del sistema. Como resultado, se diseñó e implementó exitosamente un prototipo electrónico centralizado que integra sensores y actuadores manejados a través de una aplicación web responsiva, permitiendo al personal veterinario visualizar datos ambientales e interactuar remotamente en tiempo real. En conclusión, esta innovación tecnológica demostró ser eficaz para garantizar el confort ambiental, previniendo el estrés térmico y auditivo de los pacientes, transformando la supervisión manual en una vigilancia digital continua que optimiza los recursos de la clínica y favorece significativamente la recuperación integral de los animales hospitalizados.

***Palabras clave**: Internet de las Cosas, Prototipo electrónico, aplicación web, vigilancia digital.*

ABSTRACT

Currently, traditional veterinary cages lack adequate monitoring systems, resulting in increased stress and negatively affecting the recovery of pets. This situation highlights the need for automated systems at the Verypet Clinic to reduce staff workload and improve animal welfare. To address this issue, the theoretical framework is based on the Internet of Things (IoT), the use of ESP8266 microcontrollers, and sensors for monitoring temperature, humidity, harmful gases, and sound. The methodology adopted a qualitative approach and a waterfall-type technological development model, using observation and interviews to identify and define the system requirements. As a result, a centralized electronic prototype was successfully designed and implemented, integrating sensors and actuators controlled through a responsive web application. This system enables veterinary staff to monitor environmental data and interact remotely with the system in real time. In conclusion, this technological innovation proved effective in ensuring appropriate environmental conditions, helping to prevent thermal and auditory stress in hospitalized patients. It transforms manual supervision into continuous digital monitoring, optimizing the clinic's resources, and significantly contributing to the overall recovery and well-being of hospitalized animals.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Electronic prototype, web application, digital monitoring.*

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN 14
1.1 Antecedentes del problema 14
1.2 Planteamiento y formulación del problema 16
1.2.1 Planteamiento del problema 16
1.2.2 Formulación del problema 17
1.3 Justificación de la investigación 17
1.4 Delimitación de la investigación 19
1.5 Objetivo general 19
1.6 Objetivos específicos 20
2. MARCO TEÓRICO 21
2.1 Estado del arte 21
2.2 Bases teóricas 25
2.1.1 Internet de las Cosas (IoT) en el cuidado animal 25
2.2.1 Sensores electrónicos 25
2.2.2 Microcontroladores (ESP8266) 26
2.2.3 Sensores y Actuadores en Microcontroladores 27
2.2.4 Automatización y control 27
2.2.5 Sensor de temperatura y humedad (DHT11). 27
2.2.6 Relee 28
2.2.7 Cerradura Solenoide 28
2.2.8 XKC-Y25 Sensor de Nivel del Agua sin Contacto. 29
2.2.9 Sensor de Sonido con Micrófono 29
2.2.10 MQ-135 Sensor de Gases 30
2.2.11 Módulo RTC y servomotor 30
2.2.12 Aplicaciones como interfaz de control 31
2.2.13 Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) 31
2.2.14 Aplicación Responsiva 32
2.2.15 HTML 32
2.2.16 PHP 33
2.2.17 Frameworks 33
2.2.18 Entorno Servidor Local y Gestión de Datos 33
2.1.2 Arquitectura de Software RESTful 34
2.3 Marco Legal 34

2.3.1 Ley de Propiedad intelectual artículos 7, 28, 29 34
2.3.2 Derechos de Propiedad Intelectual Legislación Nacional – Ecuador 36
2.3.3 Tratamiento de material 37
2.3.4 Tratamiento Animal 37
3. MATERIALES Y MÉTODOS 38
3.1 Enfoque de la Investigación. 38
3.1.1 Tipo de investigación 38
3.2 Métodos de Investigación. 39
3.3 Técnicas 40
3.3.1 Técnica de observación 40
3.3.2 Técnica de entrevista 40
3.4 Metodología de Desarrollo. 40
3.4.1 Fases del modelo en cascada: 40
3.4.2 Recolección de datos 44
3.4.3 Recursos. 44
3.4.4 Población y muestra 48
3.5.1 Distribución Binomial. 49
4. RESULTADOS 51
4.1 Análisis de los parámetros críticos que afectan a los animales tales como factores ambientales y seguridad, mediante técnicas de investigación para la obtención de los requerimientos funcionales del sistema. 51
4.2 Diseño de un sistema electrónico integrando los sensores específicos que permita el monitoreo de las condiciones dentro de la jaula en tiempo real. 52
4.3 Desarrollo de una aplicación web utilizando herramientas de software orientadas al manejo de sensores que permita al personal veterinario la visualización de datos ambientales facilitando la toma de decisiones. 53
5. DISCUSIÓN 55
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 56
6.1 Conclusiones 56
6.2 Recomendaciones 56
7. BIBLIOGRAFÍA 58
8. ANEXOS 65
APÉNDICES 109

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Tabla de Recursos Humanos 65
Anexo N° 2 Ficha de Observación 67
Anexo N° 3 Resultados de la técnica de recoleccion de información 69
Anexo N° 4 Fotografías veterinaria 73
Anexo N° 5 Glosarios 76
Anexo N° 6 Historia de Usuario/Requisitos funcionales 79
Anexo N°7 Diagrama de Contexto DFD 0 80
Anexo N°8 Esquema modular de la aplicación 82
Anexo N°9 Arquitectura y Conexiones 83
Anexo N°10 Diagramas Caso de Uso 83
Anexo N°11 Diagrama de bloque entidad relación 93
Anexo N°12 Diccionario de datos 93
Anexo N°13 Análisis de componentes 90
Anexo N°14 Foto de componentes 93
Anexo N°15 Formato Preguntas de Evaluación/ Registro repetición de pruebas 95
Anexo N°16 Registro de Pruebas de los módulos individuales 96
Anexo N°17 Encuesta de satisfacción 97
Anexo N°18 Análisis de la encuesta de Satisfacción 99
Anexo N°19 Servidor local y ruta 101

ÍNDICE DE APÉNDICE

Apéndice N°1: Manual de Usuario – Aplicativo Web Móvil¡Error! Marcador no definido.

Apéndice N° 2: Manual Técnico .....¡Error! Marcador no definido.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

En la actualidad, las mascotas han adquirido un rol significativo dentro de los hogares, convirtiéndose en miembros importantes de las familias, lo que ha incrementado la demanda de servicios veterinarios que garanticen bienestar, seguridad y condiciones óptimas de recuperación. Dentro de las clínicas veterinarias, uno de los espacios más críticos es el área de recuperación, donde perros y gatos permanecen en jaulas o recintos confinados durante procesos postoperatorios o tratamientos prolongados. Sin embargo, la mayoría de estas jaulas continúan siendo estructuras de concreto tradicionales sin mecanismos de monitoreo ambiental ni herramientas tecnológicas que faciliten su supervisión.

En los centros veterinarios, el manejo de estos factores y el bienestar animal durante la hospitalización representa un desafío constante. Como se mencionaba estos lugares continúan utilizando jaulas convencionales de concreto, lo cual dificulta la integración de sistemas para el monitoreo de parámetros ambientales como la temperatura, humedad, detección de gases, entre otras sin antes modificar el entorno. Estas condiciones inadecuadas pueden provocar respuestas fisiológicas negativas en perros y gatos, como aumento del cortisol, alteraciones cardiovasculares y digestivas, y comportamientos como agresividad, vocalizaciones excesivas o autoaislamiento. Es así como el estrés es la causa principal de muchos problemas de comportamiento entre los que se encuentran la agresividad, la ansiedad, la hiperactividad, las estereotipias o conductas compulsivas, las fobias y la eliminación inadecuada (Bueno, 2022). Por lo cual, en una etapa de confinamiento en donde la mascota no se encuentra en un lugar habitual lo primordial es evitar que estas conductas, aunque son normales y respuestas naturales de las mascotas, no ayudan para un proceso de recuperación plena.

Además, el confinamiento prolongado en ambientes poco estimulantes o ruidosos puede llevar al deterioro del bienestar emocional del paciente, lo cual interfiere directamente con su recuperación. Según Bubear (2024), en su artículo El efecto del alojamiento clínico veterinario en el comportamiento animal señala que el ruido dentro de una clínica veterinaria puede alcanzar entre 90 y 120 dB tan solo

con abrir las puertas de las jaulas de metal, lo que provoca que las mascotas empiecen a ladrar lo que incrementa los niveles de ansiedad en los animales hospitalizados y representa un riesgo auditivo tanto para pacientes como para el personal clínico.

Asimismo, la falta de monitoreo inteligente obliga al personal a realizar revisiones manuales continuas, lo que incrementa la carga de trabajo y la posibilidad de errores humanos. El antes mencionado Bubear afirma que:

La posibilidad de adaptar el entorno de la perrera a las necesidades del paciente, por ejemplo, sistemas individuales de temperatura e iluminación que el personal puede operar, también ofrece una ventaja considerable. La personalización es importante, ya que las perreras pueden necesitar ser más cálidas o más frías, según las circunstancias del paciente (pág.1).

Los entornos mal controlados pueden dificultar la evaluación diagnóstica de los animales, al enmascarar síntomas clínicos importantes. Por tanto, la ausencia de jaulas inteligentes limita el bienestar animal, retrasa tratamientos eficaces y afecta negativamente la eficiencia operativa en las clínicas veterinarias.

Este prototipo de jaula inteligente para mascotas en una veterinaria ofrece una solución compacta, accesible y funcional que permita mejorar el cuidado y monitoreo de perros y gatos dentro de espacios reducidos. Su diseño está pensado para ser implementado con materiales económicos y fáciles de montar, lo que facilita su construcción y mantenimiento. De esta manera, se busca democratizar el acceso a tecnologías de automatización en el entorno veterinario, permitiendo que clínicas pequeñas o con recursos limitados puedan brindar un entorno más seguro, higiénico y controlado para las mascotas, incluso sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.

De esta forma, se elaboró un prototipo de una jaula inteligente para el monitoreo de las condiciones ambientales y operativas en el cuidado de mascotas dentro de una veterinaria. Para ello, se utilizó como principal herramienta el uso de circuitos electrónicos y el lenguaje de programación de hardware, lo que permitió implementar un diseño automatizado. Además de simulación que sirvió como base para el desarrollo del presente proyecto, facilitando funciones como la apertura

automática de la puerta, la toma de temperatura, detección de gases, detección de sonidos muy altos, alimentación automática y la detección del nivel de agua.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El propósito de esta investigación está dirigido a crear un plan de mejora en la jaula para mascotas en la veterinaria Verypet. Durante el desarrollo de esta investigación, los problemas identificados están afectando en el proceso del cuidado de las mascotas dentro de las jaulas que presentan diversas limitaciones. Las puertas deben ser sujetadas de manera improvisada, no disponen de un mecanismo de provisión de alimento o que verifiquen el nivel del agua, ni de un método que notifique al personal cuando la mascota ha realizado sus necesidades fisiológicas, generando una acumulación de gases dañinos que puedan afectar a salud de las mascotas en confinamiento. A ello se suma la presencia de humedad en el ambiente, lo cual genera incomodidad y aumenta el nivel de estrés en los animales. Ante esta problemática, se propone el diseño y construcción de una jaula inteligente que optimice el cuidado de las mascotas y mejore su bienestar durante la estadía en la veterinaria.

El estrés en las mascotas puede manifestarse de diversas formas físicas, como la pérdida de apetito, cambios en el comportamiento, problemas de piel, problemas digestivos, y trastornos del sueño. Según Bienestar Mascotas (2025) estos síntomas pueden afectar significativamente la calidad de vida de los animales, causando malestar y afectando su bienestar general.

Además, el personal veterinario debe supervisar constantemente de manera manual el estado de cada animal, lo que implica una alta carga laboral y riesgo de omitir señales clínicas importantes, especialmente en horarios nocturnos o de alta demanda.

La falta de tecnologías de automatización limita la eficiencia del servicio y la capacidad de respuesta ante situaciones que requieren intervención inmediata, evidenciando la necesidad de implementar un sistema inteligente que permita mejorar el control del entorno, reducir la carga operativa del personal y optimizar el bienestar de las mascotas hospitalizadas.

1.2.2 Formulación del problema

¿De qué manera una jaula inteligente que integra múltiples sensores ayudará al monitoreo los parámetros de control en una veterinaria para una toma de decisiones?

1.3 Justificación de la investigación

La realización de este proyecto, centrada en el diseño de un prototipo de jaula inteligente para el monitoreo de varios factores estresantes de los animales en la clínica veterinaria VeryPet, se justifica en la necesidad de mejorar las condiciones de bienestar animal y de eficiencia operativa que son producto de las limitaciones que presentan las jaulas tradicionales en cuando al control de las diferentes variables durante el proceso de estadía y recuperación.

Es importante asumir la implementación de tecnologías innovadoras en clínicas veterinarias en el manejo de animales utilizando sensores en tiempo real. Perros y gatos sometidos a tratamientos médicos suelen enfrentar altos niveles de estrés debido a factores ambientales adversos como el ruido, la temperatura inadecuada, no contienen agua para las mascotas y falta de control en sus condiciones de alojamiento.

Una jaula inteligente permite automatizar la captación de parámetros ambientales a través sensores y realizar acciones con los actuadores, todo esto mediante microcontroladores, lo que posibilita crear un entorno más estable y confortable para el animal. Además, con la integración de una manera de visualizar estos mismos en tiempo real, el personal veterinario puede recibir alertas tempranas sobre cambios de temperatura, la distribución de alimentos y el agotamiento de agua para las mascotas, optimizando así la atención médica y reduciendo la carga laboral manual.

El uso de una App Web conectada al sistema vía WiFi permite que el personal veterinario pueda monitorear el estado de las condiciones dentro de la jaula, recibir notificaciones, sin necesidad de estar físicamente junto a la jaula. Esta característica resulta especialmente útil en clínicas con múltiples áreas o con personal reducido, ya que mejora la capacidad de respuesta ante cualquier eventualidad y reduce la dependencia de la supervisión manual constante.

Además, esta investigación permite aplicar y fortalecer conocimientos técnicos en electrónica, programación de hardware, diseño de sistemas embebidos y desarrollo de interfaces de usuario mediante aplicación web responsiva. Esto aporta valor no solo al ámbito veterinario, sino también al educativo y tecnológico, promoviendo soluciones accesibles, replicables y de bajo costo.

Este proyecto no solo tiene un valor técnico y científico, sino también un impacto ético y social, al promover el trato humanitario hacia los animales. Desde una perspectiva operativa, el uso de tecnología inteligente puede aumentar la eficiencia de los procesos clínicos, disminuir el riesgo de accidentes por agresión o escape, y ofrecer un servicio de mayor calidad que fortalezca la confianza de los dueños de mascotas en los centros veterinarios.

En este contexto, la investigación resultó pertinente y necesaria, ya que responde a los desafíos actuales en el campo del bienestar animal y propone una solución innovadora, factible y escalable, que puede aplicarse tanto en clínicas pequeñas como en hospitales veterinarios de mayor complejidad, en la cual los módulos a realizar son los siguientes:

Módulos del Prototipo

Módulo 1: Monitoreo Ambiental

- Supervisa las condiciones ambientales dentro de la jaula constantemente.

Sensores

- DHT11: Medición de temperatura y humedad relativa.
- MQ135: Sensor de calidad de aire que detecta gases nocivos como el amoniaco presente en el aire.

Módulo 2: Alimentación e Hidratación

- Automatización de los cuidados y suministro de recursos.

Sensor

- Sensor de Nivel de Agua (sin contacto): Monitoreo binario (Lleno/Vacío) del bebedero.

Actuador

- Servomotor**:** Mecanismo de compuerta para dispensación de alimento seco.

- Lógica de Control: Sincronización temporal con el servidor para dispensar comida automáticamente a la hora programada por el veterinario.

Módulo 3: Seguridad Perimetral y Acceso

- Función: Control de acceso físico y monitoreo de estrés (ruido) del animal.

Sensores:

- Micrófono (FC-04): Detección de nivel de presión sonora (dB relativos) para identificar ladridos o sonidos fuertes.

Actuador:

- Cerradura Solenoide 12V: Mecanismo de bloqueo electromecánico controlado por relé.

Módulo 4: Registros de alertas

- Sección donde se puede observar eventos que activaron alertas

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El proyecto se desarrolló específicamente en las instalaciones de la clínica veterinaria VeryPet, ubicada en Cdla. Vernaza Norte Mz. 4 villa 13, atrás del CC. Mall del Sol, Guayaquil – Ecuador.
- **Tiempo:** La ejecución de esta propuesta fue de 7 meses.
- **Población:** Este prototipo está dirigido a mascotas que estén disponibles (perros y gatos) de la veterinaria VeryPet.

1.5 Objetivo general

Implementar un prototipo de una jaula inteligente utilizando herramientas de hardware libre, con el fin de medir y controlar los parámetros que afectan a las mascotas en la veterinaria VERYPET.

1.6 Objetivos específicos

- Analizar los parámetros críticos que afectan a los animales tales como factores ambientales y seguridad, mediante técnicas de investigación para la obtención de los requerimientos funcionales del sistema.
- Diseñar un sistema electrónico integrando los sensores específicos que permita el monitoreo de las condiciones dentro de la jaula en tiempo real.
- Desarrollar una aplicación web utilizando herramientas de software orientadas al manejo de sensores que permita al personal veterinario la visualización de datos ambientales facilitando la toma de decisiones.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

El desarrollo de tecnologías inteligentes aplicadas al bienestar animal ha crecido significativamente en la última década. En el ámbito veterinario, los sistemas basados en Internet de las Cosas (IoT) han demostrado ser una herramienta eficaz para la supervisión de parámetros ambientales y el monitoreo del estado fisiológico de mascotas hospitalizadas. A continuación, se muestra un recopilatorio de proyectos de investigación, artículos científicos que tienen relación con la temática de estudio.

Según Aguilar et al. (2021) mencionan que desarrollaron un prototipo dispensador para mascotas que brinde el suministro de alimento para estas ofreciendo al usuario el control de porción del alimento para la mascota y permitiendo al usuario el control de porción del alimento a ingerir con base a la alimentación de la mascota. El prototipo utiliza Raspberry pi y Arduino aplicando el IoT de tal manera que la integración de estas herramientas permite al usuario monitorear y controlar de forma remota y automática mediante un dispositivo móvil. En cuanto a su capacidad y rendimiento, el prototipo cuenta con un reservorio que almacena hasta 3 kilogramos de alimento seco y otro con capacidad para 7 litros de agua; cantidades suficientes para abastecer por toda una semana a una mascota que requiera unos 300 gramos diarios, el diseño incluye un sistema de respaldo de energía para garantizar que no deje de funcionar ante cortes eléctricos. Las pruebas de funcionalidad arrojaron resultados muy positivos: demostraron una alta precisión en los gramos dispensados, un tiempo de respuesta corto y una tasa de atascamiento del alimento de apenas un 7% lo que valida la viabilidad y la eficiencia tecnológica del dispensador propuesto.

Noles y Pillacela (2020) en su proyecto titulado “Prototipo de módulo de monitoreo para animales domésticos” realizado en la ciudad de Cuenca generaron un prototipo para el desarrollo de un sistema que permita el monitoreo de mascotas de forma remota utilizando los beneficios del internet de las cosas. El proyecto fue desarrollado utilizando la metodología o modelo de prototipos ya que esta metodología se ajusta de manera idónea a los proyectos de innovación en los cuales los requerimientos no están siempre bien definidos y sujetos a cambios

constantes. En proyectos como un prototipo de jaula automatizada para gatos, equipada con un sistema de control de acceso y dispensador automático de alimento se puede observar que este facilitaba el manejo individualizado de las mascotas y reducía el estrés generado por la interacción forzada con humanos u otros animales.

Desde Chicama, Perú según León et al. (2021) realizaron un proyecto titulado “Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura para un galpón de pollos de la Avícola Florián e Hijos SAC.” se utilizó dos sistemas en el espacio de investigación, los cuales fueron de ventilación y calefacción además de un Control Proporcional Integral Derivativo (PID) encargado de mantener la temperatura adecuada para las aves. El proyecto se apoyó en estudios anteriores para la determinación de la temperatura adecuada según el día de desarrollo de los pollos. Se logró tener un diagnóstico inicial de la situación inicial de automatización en la avícola, de esta manera se empleó nuevos aparatos para la correcta recolección de datos y funcionalidad de los sistemas y programador lógico programable. La investigación concluye con el análisis de tiempo en que el PID logra regularizar la temperatura ante perturbaciones que se puedan presentar, de igual manera se consigue conocer el comportamiento y la variación que a este le toma para dicho comportamiento.

Monserrate et al. (2024) menciona en su trabajo investigativo Tecnología IoT para el monitoreo de la salud animal en el sector ganadero que fue realizado en Manabí – Ecuador, que la investigación se desarrolló mediante la metodología descriptiva, que se empleó para realizar una revisión exhaustiva de artículos científicos y un análisis de la tecnología IoT adecuada para el control de cada monitoreo. La muestra consistió en ganaderos representativos de la población objetivo, y la recopilación de datos se realizó a través de la encuesta estructurada.

La entrevista permitió conocer datos para el monitoreo de temperatura y pulso cardíaco, y los síntomas más usuales de enfermedad que presentan los bovinos, la frecuencia con la que los dueños de ganado vacuno realizan chequeos a sus animales y, sobre el nivel de aceptación del collar de medición por parte del bovino.

El uso de sensores también es importante para la recopilación de información, en proyectos similares que, si bien se centran predominantemente en el software y la gestión externa de la relación veterinario-propietario-mascota, revelan la creciente digitalización del sector veterinario y la imperante necesidad de sistemas que generen, recopilen y centralicen datos relevantes del paciente de manera automatizada. Los dispositivos y objetos se vinculan a una plataforma específica de IoT, la cual recopila y procesa datos provenientes de sensores.

Según Jiménez (2024) en su trabajo titulado Sistema para la Monitorización y Análisis de parámetros ambientales en Hábitats específicos de Fauna: Módulos de sensorización y de transmisión de datos. Elaborado en Madrid – España, desarrollaron un sistema de monitorización basado en IoT, con un conjunto de módulos que permitan la supervisión (lectura, recopilación, visualización, análisis y procesamiento de información) sobre diversas variables ambientales relacionadas con la calidad del aire y del agua, como temperatura, humedad, Co2, compuestos orgánicos volátiles y niveles de pH en hábitats cerrados de especies animales.

Además, se busca mejorar el bienestar de los animales en cautividad, supervisar su bienestar diario, anticiparse a situaciones que alteren a ese estado de bienestar intentando contribuir de esta forma a la conservación de la biodiversidad. A través de soluciones tecnológicas avanzadas y éticas aplicando tecnología IoT, se pretende crear una solución que mejora la calidad de algunos hábitats, que imiten de cerca las condiciones naturales, fomentando el respeto por la vida silvestre, adicionalmente su alta precisión usando ventanas temporales de solo tres días y sus tiempos de inferencia de milisegundos validan que esta tecnología es altamente viable y escalable para el monitoreo de algas en tiempo real.

Desde Malang – Indonesia, según Bestari et al. (2023) menciona en su trabajo investigativo titulado “Diseño y construcción de un sistema de control y monitoreo en una jaula para gatos basado en el Internet de las cosas (IoT)” El sistema IoT ofrece la ventaja de brindar servicios convenientes a través de tecnología inteligente para los dueños de mascotas.

El rápido desarrollo de la tecnología y la información ha generalizado el uso del Internet de las Cosas. El significado de las cosas en el IoT no se limita a la

"conexión", sino que también puede implementarse en diversas funciones como la localización, el reconocimiento, la gestión, la búsqueda, etc. El Internet de las Cosas permite la monitorización física con un solo clic en la interfaz de la aplicación. El IoT puede conectar dispositivos a internet según los protocolos necesarios para el intercambio de información y la comunicación. Esto permite que el sistema de automatización ofrezca comodidad a los consumidores, ahorrándoles energía.

En esta investigación, se desarrollará un sistema de cuidado de mascotas basado en el IoT para clínicas, capaz de controlar la alimentación y monitorear a las mascotas, a las que los dueños podrán acceder cuando estén en la tienda Violet Pet.

Finalmente Mina y Restrepo (2019) menciona en su trabajo investigativo con título “Desarrollo de un Prototipo de Monitoreo No Invasivo de Signos Vitales y Localización para Caninos” que fue desarrollado en Cali - Colombia el proyecto fue puesto en marcha con la finalidad de mitigar las pérdidas y diagnósticos tardíos de enfermedades en los perros, desarrollando un prototipo tipo arnés construido con un controlador encargado de la caracterización de los datos obtenidos por los sensores no invasivos, los cuales permiten la medición de temperatura, ritmo cardiaco y respiración; sistema de posicionamiento global (GPS) y módulos de comunicación para transmitir el estado de signos vitales a través de bluetooth y mensajes de texto para solicitar la ubicación geográfica del perro. A su vez, el proyecto incluye una aplicación para dispositivos móviles, la cual traduce los datos recibidos y le entrega información al usuario en relación con el estado de los signos vitales y la localización del perro entregada al usuario en intervalos de tiempo, buscando detectar síntomas de enfermedades que puedan estar presentes en su diario vivir, para así llegar con mayor rapidez a clínicas veterinarias o conocer el lugar donde se encuentra la mascota en cualquier momento.

Los antecedentes demuestran la aplicabilidad de los sistemas de monitoreo ambiental e IoT en el ámbito de las mascotas, pocos se centran específicamente en el diseño de jaulas inteligentes con un enfoque clínico, orientado a la mejora del bienestar animal mediante la detección de condiciones ambientales críticas dentro del espacio de internación. Este proyecto propone una solución adaptada a las necesidades de clínicas veterinarias de pequeña escala como Verypet integrando el mejoramiento del estado de las jaulas ya que está probado el

funcionamiento de sensores en animales, la manera en que se relacionan estos dispositivos con el internet de las cosas, la toma de datos en tiempo real con ventana de captación de pocos milisegundos y el uso de herramientas físicas automácticas.

2.2 Bases teóricas

En el siguiente apartado se encontrarán los conceptos relevantes que están relacionados al objeto de estudio como es la aplicación que permite monitorear variables como alimentación, control de la puerta, medición de gas, comportamiento de los animales y el aplicativo web.

2.1.1 Internet de las Cosas (IoT) en el cuidado animal

Con el aumento anual de propietarios de mascotas, también crece la demanda de productos de cuidado para mascotas de mayor calidad. Esto ha impulsado el desarrollo de la tecnología del Internet de las Cosas (IoT) en este campo. Mediante la tecnología del IoT, los dueños de mascotas pueden rastrear remotamente la actividad y ubicación de sus mascotas, monitorear su estado de salud e incluso interactuar con ellas. Todos estos productos inteligentes para el cuidado de mascotas desempeñan un papel indispensable en la vida diaria de sus dueños.

En Ecuador, el Internet de las Cosas ha tenido un crecimiento progresivo, principalmente en áreas como agricultura de precisión, domótica, salud y educación. Su aplicación en el cuidado y monitoreo de animales domésticos y de producción aún está en desarrollo, pero proyectos académicos, startups y universidades técnicas ya están promoviendo soluciones innovadoras, en donde Cevallos y Mosquera (2022) plantean que La aplicación del IoT en Ecuador aún se encuentra en una fase emergente, sin embargo, se han desarrollado prototipos para el control de variables ambientales, automatización y seguridad, especialmente en universidades.

Este prototipo demuestra iniciativas locales en Ecuador que integran IoT para controlar variables ambientales en ambientes veterinarios.

2.2.1 Sensores electrónicos

Los sensores son dispositivos que detectan cambios en el entorno físico y los transforman en señales eléctricas. Algunos sensores se pueden usar en jaulas sin que perturben la tranquilidad de las mascotas. Paul (2022) refiere a que los sensores inteligentes son esenciales para captar datos del ambiente y permitir la toma de decisiones autónomas en sistemas embebidos. De esta manera se pretende capturar los parámetros necesarios y ajustarlos a un ambiente ideal para evitar que la mascota se incomode más de lo necesario en su estadía en la veterinaria.

2.2.2 Microcontroladores (ESP8266)

El uso de circuitos electrónicos que funcionan como una unidad de procesamiento presenta una gran ventaja en cuanto al consumo energético y las dimensiones que ocupan dentro de un ambiente. La capacidad que estos presentan y la variedad de componentes con los que pueden interactuar ayudan a crear sistemas embebidos. Rodríguez (2021) argumenta que:

La aceptación de estas placas se debe a su bajo coste (exceptuando algunos casos), su tamaño reducido, la completa funcionalidad que ofrecen como un ordenador convencional, la adaptación a todo tipo de lenguajes de programación y los variados periféricos que permiten integrar (pág. 33).

Estos dispositivos presentan una gran flexibilidad en cuanto al entorno de desarrollo ya que en el mercado se encuentra variedad de marcas, usos y capacidades que se adecuan al proyecto, esta flexibilidad se extiende al lenguaje de programación para más comodidad de los desarrolladores.

El microcontrolador es el “cerebro” del sistema. Controla las lecturas de sensores y ejecuta acciones como enviar alertas o abrir puertas. ESP8266 es la plataforma de bajo costo y fácil programación, ampliamente utilizada en prototipos educativos y profesionales.

“La plataforma Arduino IDE ha revolucionado la forma de desarrollar sistemas embebidos, facilitando la integración de sensores y actuadores en aplicaciones del mundo real” (Banzi & Shiloh, 2023, pág. 56).

ESP8266, además de utilizar la plataforma de Arduino IDE, integra conectividad WiFi, lo cual es fundamental para el IoT.

2.2.3 Sensores y Actuadores en Microcontroladores

Estos son los dispositivos que permiten realizar un sistema embebido ya que interactúan con factores físicos permitiendo generar acciones controladas por el microcontrolador.

Los sensores son dispositivos que recogen información del mundo ‘real’ y la entregan al sistema de control de forma que el sistema de control ‘entienda’ y pueda procesar y tomar decisiones. Los actuadores son dispositivos que, siguiendo las órdenes del sistema de control, realizan acciones que repercuten en el mundo real (Chavarria, 2023, pág. 1).

Los antes mencionados servirán para poder generar respuestas ante parámetros obtenidos y hacer que los prototipos puedan interactuar con el ambiente dependiendo de la programación y la manera en la que se busca que actúen, siempre teniendo en cuenta la construcción y los rangos de medición y respuesta de estos.

2.2.4 Automatización y control

Se busca que el sistema sea capaz de proporcionar la información al veterinario sin que este ejecute otras actividades y se centre en el bienestar animal, para ello se busca que el prototipo obtenga esta información de manera automática.

La automatización se refiere al uso de sistemas tecnológicos para realizar tareas de manera autónoma con muy poca o sin intervención humana continua. (Kanade, 2024). Esto permite disminuir la intervención de las personas haciendo que las mascotas no deban estar mucho tiempo en contacto con personas ajenas a su entorno cotidiano, así mismo gracias a los equipos electrónicos se puede tener los parámetros de manera más precisa para un diagnóstico más claro.

2.2.5 Sensor de temperatura y humedad (DHT11)

El sensor DHT11 es una herramienta económica y ampliamente utilizada para medir temperatura y humedad en tiempo real. Como indican Mashonjowa et al. (2022) “el sensor es un periférico económico, es capaz de medir humedad

relativa entre 20-80 % RH con una precisión de ±5 % RH y temperatura entre 0-50 °C con una precisión de ±2 °C” (pág. 1).

Esto permite obtener datos ambientales confiables sin necesidad de equipos costosos, facilitando el monitoreo continuo en aplicaciones como sistemas de control climático, estaciones meteorológicas domésticas entre otras. La facilidad de integración con microcontroladores populares, como ESP8266, lo convierte en una opción ideal para proyectos de automatización accesibles y efectivos debido a que su implementación es prácticamente la misma como en Arduino. El establecimiento del umbral máximo de temperatura en 31.0 °C para las unidades de hospitalización se fundamenta en los requerimientos termorreguladores de las especies objetivo y en la prevención de cuadros críticos generados por ambientes confinados. La temperatura ambiente de la sala de hospitalización debe mantenerse en un rango de confort térmico. Sin embargo, dentro de una jaula, factores como el calor emitido por el propio paciente es por eso que el sensor se ubica dentro de la jaula para tener datos lo mas cercanos a la realidad del paciente.

2.2.6 Relee

Un relé es un dispositivo electromecánico utilizado para controlar circuitos eléctricos por medio de una señal eléctrica. Funciona como un interruptor controlado que permite la apertura o cierre de un circuito mediante la activación de una bobina electromagnética. Esta es controlada por los parámetros establecidos y que se manejan en el microprocesador. El funcionamiento de este es descrito por Cangá (2023):

> El relé basa su funcionamiento en la conmutación electromecánica por medio de la activación de una bobina interna que crea un campo magnético y permite que dos contactos, que en un principio se encuentran separados, se junten, permitiendo la circulación de la corriente de un punto a otro (pág. 45).

En simples palabras el relé es lo que permite encender y apagar los circuitos de manera automática cuando se cumpla un parámetro de programación. El uso de estos dispositivos es la variedad de componentes que se pueden encender y apagar con los mismos, ya que funciona pasando voltajes de 110v hasta 220v.

2.2.7 Cerradura Solenoide

Las cerraduras solenoides tienen las mismas funciones de una cerradura convencional, con la diferencia que estas reemplazan su mecanismo mecánico por uno electrónico, por lo cual no se necesita de una herramienta física como lo es la llave para que esta pueda funcionar, sino que esta solo se activan al momento que el dispositivo lo autorice. “Una cerradura eléctrica es un sistema electromecánico que permite la apertura o el cierre de una puerta mediante el uso de corriente” (Moran, 2019, pág. 13).

De esta manera para que funcione correctamente se necesita alimentarla por una fuente externa, ya sea desde conectarla a un tomacorriente con un relé o con una batería que le brinde la energía necesaria.

2.2.8 XKC-Y25 Sensor de Nivel del Agua sin Contacto.

Este sensor permite medir el nivel de líquidos sin entrar en contacto directo con ellos, ofreciendo una mayor durabilidad y sencillez de instalación en tanques plásticos o de vidrio. El sensor de nivel XKC-Y25-T12V es un sensor de proximidad no invasivo de tipo capacitivo, detecta la presencia o ausencia del líquido al nivel que está instalado. No necesita estar en contacto con el líquido ya que mide su presencia desde afuera del envase, esto es útil cuando no se puede interferir con la sustancia por seguridad o para mantener la integridad del envase (Naylamp Mechatronics, 2023). Es así como al no tener contacto con el agua esta no se ve comprometida y puede ser consumida por las mascotas sin que algún factor externo la afecte, lo importante es saber que no funciona con recipientes de metal.

2.2.9 Sensor de Sonido con Micrófono

Este módulo cuenta con un micrófono de condensador y comparador que ofrece salidas analógica y digital con sensibilidad ajustable. Según la descripción de ESPboards (2025):

> El módulo sensor de sonido con micrófono está diseñado para detectar los niveles de sonido en el entorno. La salida analógica entrega un voltaje proporcional a la intensidad del sonido, mientras que la salida digital se activa cuando el nivel de sonido supera un umbral definido por el usuario (pág.1).

Esto lo hace ideal para proyectos de activación por sonido o detección de umbrales acústicos en entornos interactivos. En el caso de los animales pertinentes

al prototipo, este sensor permite capturar el sonido con una salida digital que va de 0 a 1024, debido a que los sonidos relevantes para el prototipo se encuentran representados en este rango. Los felinos encontrándose en un rango de interés de 500-700 y los perros 750-900.

2.2.10 MQ-135 Sensor de Gases

El MQ-135 es un sensor electroquímico de amplio uso en monitoreo de calidad del aire especializado en gases del tipo nocivos a diferencia de los otros sensores de la línea MQ este es el ideal para el gas de amonio, Baweja et al. (2016) nos indican que “El sensor de gases MQ-135 es capaz de detectar gases como amoníaco, óxidos de nitrógeno, alcohol, benceno, humo, dióxido de carbono y otros gases inflamables” (pág. 424).

Su bajo costo y sensibilidad rápida lo hacen popular en proyectos de detección de contaminantes como los son los gases provocados por las heces y las orinas de los animales poseyendo un rango de medición físico de 10 a 10,000 PPM.. Establecer el umbral de disparo en 400 PPM actúa como un medidor preventivo. No se espera a que los gases alcancen niveles de toxicidad severa, sino que el valor de 400 PPM indica que el aire dentro de la jaula se ha "comprometido" y el nivel de oxígeno puro ha empezado a descender por debajo de los niveles óptimos de confort.

2.2.11 Módulo RTC y servomotor

El módulo RTC es un dispositivo electrónico diseñado para mantener el seguimiento preciso del tiempo, incluyendo segundos, minutos, horas, días, meses y años, aun cuando el sistema principal se encuentra apagado. Esto es debido a que funciona con una batería de respaldo que permite conservar la hora incluso durante cortes de energía o cuando el microcontrolador se encuentra en modo de bajo consumo. Este módulo se comunica normalmente mediante interfaz SPI, lo que facilita su integración con placas como Arduino, ESP32 y Raspberry Pi (Nunes Figueiró, 2022).

Una de las principales ventajas de los módulos RTC, es su alta precisión y estabilidad frente a variaciones ambientales como la temperatura, ya que cuenta con un oscilador de cristal compensado térmicamente. Además, su capacidad para

ajustar automáticamente los días del mes y reconocer años bisiestos lo convierte en una solución confiable para proyectos que requieren programaciones horarias, como sistemas de riego automatizado, alarmas, registro de eventos o como es el caso, la alimentación automática de animales.

El servomotor es un actuador motorizado que combina un motor, un mecanismo de engranaje y un sistema de retroalimentación con un circuito de control interno, permitiendo posicionar el eje en un ángulo específico y mantenerlo estable. Kudelina et al. (2024) refiere que estos funcionan con señales de modulación por ancho de pulsos (PWM), donde la duración del pulso determina la posición deseada dentro del arco de movimiento, usualmente entre 0 y 180 ° Este control preciso lo hace ideal para aplicaciones como robótica, sistemas de dirección y mecanismos automatizados en los que se exige estabilidad posicional. Entre las principales ventajas del servomotor se encuentran su alta precisión, capacidad de mantener torque y respuesta rápida al cambiar la señal de control, todo ello gracias a su diseño de lazo cerrado con retroalimentación continua del ángulo

Además, ofrecen alta eficiencia energética, consumiendo solo la corriente necesaria para mantener la posición o moverse, lo que junto a su tamaño compacto y diseño robusto los convierte en una opción versátil para proyectos en los cuales se los necesite para realizar una función de movimiento específica.

2.2.12 Aplicaciones como interfaz de control

El uso de aplicaciones para visualizar datos en tiempo real y controlar funciones del sistema ha cobrado gran importancia. Los entornos gráficos permiten al veterinario monitorear el estado de la jaula y recibir notificaciones o controlar la puerta remotamente. Este tipo de aplicaciones, permite visualizar datos en tiempo real y controlar dispositivos remotos a través de las aplicaciones móviles o Web, recibiendo notificaciones del estado del sistema y enviando comandos de control gracias al uso de tecnologías IoT (Alvarez et al., 2021). Mientras una persona pueda tener un espacio donde pueda observar lo que está ocurriendo permite tener una facilidad en la toma de decisiones ya que se siente mejor orientado.

2.2.13 Interfaz de Programación de Aplicaciones (API)

En el desarrollo de sistemas Iot la integración entre los dispositivos físicos y las interfaces de usuario obligadamente necesitan de un intermediario que actúe

de manera eficiente. Las API se encargan de cumplir esta función ya que cumplen protocolos y herramientas que permiten la interacción entre diferentes componentes de software. Según IBM (2024), una API actúa como un puente que transporta solicitudes desde un cliente hacia un servidor o dispositivo y devuelve una respuesta, abstrayendo la complejidad del código.

Es así como el usuario puede utilizar una aplicación y usar comandos desde la misma sin tener que interactuar físicamente con los dispositivos que se están utilizando.

2.2.14 Aplicación Responsiva

La accesibilidad a la información en los sistemas de monitoreo depende en gran parte de la capacidad que tienen las interfaces de adaptarse a los diferentes equipos que tienen los usuarios. Es así como el diseño web responsivo usa técnicas de desarrollo que permite que una aplicación web se ajuste dinámicamente a la pantalla que controla el usuario. Cadena (2023), este tipo de enfoque que utiliza rejillas fluidas e imágenes flexibles que son controladas por consultas de medios aseguran que la interfaz no sufra ningún tipo de degradación visual y tampoco pierda funcionalidad al pasar de un ordenador a un dispositivo móvil.

De esta manera se puede asegurar que no importa qué tipo de dispositivo este usando el usuario, ya sea android o apple, este siempre va a poder controlar y tener todas las funcionalidades desde su dispositivo independientemente del entorno.

2.2.15 HTML

HTML es un lenguaje sencillo que se basa fundamentalmente en el uso de elementos. Estos elementos permiten definir varios tipos de contenido en su página, ya sea un párrafo, un encabezado u otro elemento necesario. Además de su capacidad para dar formato a la página, HTML también es ampliamente utilizado por su habilidad para crear hipervínculos. La incorporación de hipervínculos es de gran importancia en los sitios web, esto implica la interpretación de código HTML para ofrecer una presentación visual al usuario. Fleming & Webber (2019) Una de las ventajas fundamentales de HTML es su simplicidad de uso en la implementación de proyectos. Este lenguaje se emplea para diseñar los elementos que conforman una página web, permitiendo que los usuarios puedan visualizar el contenido a

través de un navegador web. Lo mejor es que este lenguaje es accesible y su aprendizaje inicial no suele representar una barrera significativa.

2.2.16 PHP

El lenguaje PHP se destaca por su flexibilidad y su facilidad de implementación en servidores, lo que lo hace ampliamente utilizado como un lenguaje basado en scripts. Nixon (2020) comenta que cuando se implementa PHP, se obtiene un control casi absoluto sobre la página web. Esto significa que se pueden realizar una amplia gama de acciones, como modificar el contenido en tiempo real, procesar transacciones con tarjetas de crédito, integrar información de usuarios en una base de datos y ejecutar búsquedas en sitios web externos, todo desde los mismos archivos PHP que contienen el código HTML principal. PHP juega un rol crucial en la conexión entre la página web y el servidor, así como en la interacción con bases de datos. La versatilidad de PHP se hace evidente cuando se requieren ajustes o cambios rápidos en la base de datos en tiempo real. Esta capacidad de modificar y actualizar datos al instante brinda ventajas notables y se traduce en una experiencia de usuario más dinámica y fluida.

2.2.17 Frameworks

Los frameworks son conjuntos de herramientas, bibliotecas, estándares y guías de codificación que proporcionan una estructura para el desarrollo de software. Están diseñados para facilitar la creación y el mantenimiento de aplicaciones al ofrecer un entorno predefinido que permite a los desarrolladores trabajar de manera más eficiente al proporcionar una estructura básica sobre la cual construir sus programas. “Los frameworks son conjuntos de herramientas, bibliotecas, estándares y guías de codificación que proporcionan una estructura para el desarrollo de software. Están diseñados para facilitar la creación y el mantenimiento de aplicaciones al ofrecer un entorno predefinido que permite a los desarrolladores trabajar de manera más eficiente al proporcionar una estructura básica sobre la cual construir sus programas” (Carlos, 2021, pág. 1).

Estos frameworks proporcionan una estructura y abstracción sobre el sistema operativo y el hardware subyacente, lo que facilita el desarrollo de aplicaciones móviles para diversas plataformas.

2.2.18 Entorno Servidor Local y Gestión de Datos

Para no depender de una conexión en la nube se requiere de un paquete de software de uso libre XAMPP para la implementación y validación de servicios web y base de datos de manera local. Esta es una distribución de Apache que integra componentes para la gestión de servidores que son esenciales como lo son el propio Apache que es el servidor web, MariaDB que es la base de datos, PHP y Perl. En la propia web de Apache (2024) nos indica que XAMPP se caracteriza por ser una solución multiplataforma y de código abierto que simplifica el despliegue de entornos de desarrollo, permitiendo que se simule un servidor real en una computadora en un entorno local.

Es así como de manera local este entorno es vital para alojar al api RESTful que recibe las peticiones HTTP, mismas que son enviadas por el microcontrolador, de la misma forma en la que el entorno local disminuye los tiempos y latencia entre la comunicación y dispositivos.

2.1.2 Arquitectura de Software RESTful

La arquitectura REST (Representational State Transfer) define un conjunto de restricciones y principios para el diseño de sistemas distribuidos, priorizando la escalabilidad y la simplicidad en la comunicación. A diferencia de protocolos más estrictos y rígidos, RESTful no es un estándar sino un estilo arquitectónico que utiliza los protocolos web ya existentes, pero sobretodo HTTP. Según Red Hat (2023), una API se considera "RESTful" cuando cumple con criterios específicos, siendo el más importante la separación entre cliente y servidor.

Esto significa que la lógica de la interfaz de usuario y la lógica de almacenamiento de datos pueden evolucionar de manera independiente, siempre que la interfaz de comunicación se mantenga intacta.

2.3 Marco Legal

En el marco legal se expondrán leyes, reglamentos y decretos que avalen a la línea de investigación, creación y elaboración de desarrollo de software en menor medida y hardware como principal, así como el tratamiento de información es la principal fuente de datos del proyecto.

2.3.1 Ley de Propiedad intelectual artículos 7, 28, 29

La ley de propiedad intelectual en el país avala y defiende la autoría de esta investigación para la creación y desarrollo de sistemas que involucren hardware y software en varios de sus artículos, a continuación, se detallan algunos de estos.

Art. 7. Para los efectos de este Título los términos señalados a continuación tendrán los siguientes significados:

Autor: Persona natural que realiza la creación intelectual.

Base de datos: Compilación de obras, hechos o datos en forma impresa, en una unidad de almacenamiento de ordenador o de cualquier otra forma.

Copia o ejemplar: Soporte material que contiene la obra o producción, incluyendo tanto el que resulta de la fijación original como el que resulta de un acto de reproducción.

Programa de ordenador (software): Toda secuencia de instrucciones o indicaciones destinadas a ser utilizadas, directa o indirectamente, en un dispositivo de lectura automatizada, ordenador, o aparato electrónico o similar con capacidad de procesar información, para la realización de una función o tarea, u obtención de un resultado determinado, cualquiera que fuere su forma de expresión o fijación. El programa de ordenador comprende también la documentación preparatoria, planes y diseños, la documentación técnica, y los manuales de uso.

Sección V

Art. 28. Los programas de ordenador se consideran obras literarias y se protegen como tales. Dicha protección se otorga independientemente de que hayan sido incorporados en un ordenador y cualquiera sea la forma en que estén expresados, ya sea en forma legible por el hombre (código fuente) o en forma legible por máquina (código objeto), ya sean programas operativos y programas aplicativos, incluyendo diagramas de flujo, planos, manuales de uso, y en general, aquellos elementos que conformen la estructura, secuencia y organización del programa.

Art. 29. Es titular de un programa de ordenador, el productor, esto es la persona natural o jurídica que toma la iniciativa y responsabilidad de la realización de la obra. Se considerará titular, salvo prueba en contrario, a la persona cuyo

nombre conste en la obra o sus copias de la forma usual (Ley de Propiedad Intelectual, 2014, págs. 3,11).

El tratamiento de bases de datos, la programación y la realización de cualquier obra está sustentada conforme a la ley y es de propiedad de aquellos particulares que tomen la iniciativa de realizarla, de esta manera estas leyes respaldan la autoría del proyecto.

2.3.2 Derechos de Propiedad Intelectual Legislación Nacional – Ecuador

Para la creación del prototipo y los diferentes dispositivos que interactúan entre sí, es de suma importancia conocer las leyes que protegen la propiedad intelectual de la zona y los convenios y acuerdos que se tienen.

La presente Codificación de la Ley de Propiedad Intelectual, reconoce, regula y garantiza la propiedad intelectual adquirida de conformidad con la Ley, las decisiones de la Comisión de la Comunidad Andina y los convenios internacionales vigentes en el Ecuador. La propiedad intelectual comprende: 1) Los derechos de autor y derechos conexos (Libro I);

2) La propiedad industrial (Libro II), que abarca, entre otros elementos, los siguientes:

a) las invenciones;

b) los dibujos y modelos industriales;

c) los esquemas de trazado (topografías) de circuitos integrados;

d) la información no divulgada y los secretos comerciales e industriales;

e) las marcas de fábrica, de comercio, de servicios y los lemas comerciales; f) las apariencias distintivas de los negocios y establecimientos de comercio; g) los nombres comerciales;

h) las indicaciones geográficas;

i) cualquier otra creación intelectual que se destine a un uso agrícola, industrial o comercial;

3) Las obtenciones vegetales (Legislación Nacional - Ecuador, 2013).

Los materiales por utilizarse, los nombres de los diferentes dispositivos y los circuitos que forman parte del proyecto se rigen por convenios internacionales, los mismos que también protegen los modelos y dibujos de los diferentes esquemas que aplican para la veterinaria VeryPet.

2.3.3 Tratamiento de material

Cuando se trabaja con materiales sensibles que exponen información, datos e imágenes de terceros se tiene que estar muy consciente de las limitantes, medidas, leyes y regulación que cada estado impone a sus ciudadanos.

La persona que, sin contar con el consentimiento o la autorización legal, acceda, examine, grabe, reproduzca, difunda o publique datos personales, mensajes de datos, voz, audio y vídeo, información contenida en soportes informáticos, comunicaciones privadas o reservadas de otra persona por cualquier medio, será sancionado con pena privativa de libertad de uno a tres años.

2.3.4 Tratamiento Animal

Con el fin de garantizar el bienestar animal, el cuidado y protección de animales domésticos en el territorio nacional, se enumeran algunas de las leyes y ordenanzas que se tomarán en cuenta.

Guayaquil – Ordenanza que regula la protección, tenencia y control de la fauna urbana.

Art. 1: objeto y ámbito (control y manejo responsable; tenencia responsable de animales de compañía)

En este también se hace énfasis en la tenencia responsable y la sujeción a derechos de la naturaleza.

COIP Art. 250.1: muerte de animal de fauna urbana (6 meses – 1 año; 1 – 3 años si hubo crueldad; agravantes específicas).

Art. 250.3: abandono de animales de compañía (20–50 horas de trabajo comunitario)

En el Ecuador los animales son reconocidos como propiedad y todo daño u ofensa hacia la propiedad se extiende hacia las mascotas. También se reconoce a la naturaleza como sujeto a derecho y esto hace que se cubra la jurisprudencia hacia los animales.

Art. 71–74 (Derechos de la Naturaleza): reconocen a la naturaleza como sujeto de derechos y permiten exigir su cumplimiento; la doctrina y jurisprudencia ecuatoriana han extendido esta protección a los animales como parte de la naturaleza.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la Investigación

La presente investigación adoptó un enfoque cualitativo, combinando elementos de investigación para la identificación de requerimientos y necesidades operativas en la clínica veterinaria VeryPet, con un predominante interés en la investigación aplicada y de desarrollo tecnológico. Este último es idóneo para la creación de soluciones innovadoras que resuelvan problemas prácticos, como el control de parámetros de mascotas en jaulas.

3.1.1 Tipo de investigación

Los tipos de investigación que representaron al proyecto son la documental y aplicada con un enfoque cualitativo porque se recopiló un registro histórico de datos para analizarlos, procesarlos; este tipo de investigación se basó en desarrollar e implementar la propuesta tecnológica que ayuda al mejoramiento de las jaulas inteligente para que estas sirvan de soporte a la toma de decisiones del veterinario.

El tipo de investigación es exploratorio-descriptivo en su fase inicial (al analizar las condiciones y necesidades de la clínica), al centrarse en la construcción y validación de un prototipo funcional.

3.1.1.1. Investigación Aplicada

Esta investigación desempeña un papel fundamental puesto que permite generar nuevos conocimientos y encontrar soluciones prácticas a diversos problemas. La investigación aplicada se enfoca en reconocer las necesidades, problemas u oportunidades en un determinado contexto, y luego utiliza el conocimiento existente y el método científico para abordar y solucionar estos requerimientos (Castro et al. 2022). Por este motivo es que el desarrollo de una aplicación móvil para poder visualizar los datos de los sensores que están siendo capturados y realizar un correcto control en el acceso a esta información. Al mismo tiempo que para poder desempeñar los objetivos con total éxito es importante conocer todos los aspectos tanto positivos como negativos de la temática, de este modo se podrá realizar un diseño y desarrollo que culminen con una aplicación móvil eficaz para los usuarios de la veterinaria.

3.1.1.2. Diseño no experimental

El proyecto se centra en un enfoque no experimental, ya que no implicará la modificación de la infraestructura existente en la veterinaria. En lugar de realizar cambios físicos, se lleva a cabo un análisis y descripción detallada de los eventos, procedimientos y herramientas disponibles en la veterinaria. La investigación no experimental se distingue por no involucrar la manipulación de una variable independiente, centrándose más en la observación y comprensión de los elementos ya presentes sin intervenir en ellos directamente. En contraste con los estudios experimentales, en los cuales se manipula intencionalmente una variable, en la investigación no experimental los investigadores se limitan a medir las variables tal como se presentan de forma natural, ya sea en un entorno de laboratorio o en el mundo real (Jhangiani et al., 2019). De esta manera no se busca cambiar la manera el entorno y el desarrollo de las actividades, más si conocerlas para poder realizar un buen proceso de prototipado.

El alcance de esta investigación comprende el diseño y desarrollo de un prototipo de jaula domótica orientada al cuidado de animales. El sistema permite el monitoreo automático de parámetros ambientales como temperatura, humedad y ruido a fin de garantizar condiciones óptimas que reduzcan el estrés y favorezcan la recuperación del animal.

De esta forma, la investigación se centra en demostrar la viabilidad técnica de un sistema de jaula inteligente como herramienta de apoyo en el manejo y bienestar animal.

3.2 Métodos de Investigación.

Este método aporta a una correcta obtención y recolección de datos que ya han sido aportados por diferentes expertos en investigaciones relacionadas anteriores. López y Ramos (2021) mencionan que “Durante el proceso de recolección de información durante una investigación, el análisis debe interactuar con la síntesis de forma consciente e intencionada, de esta manera se forma una unidad que ayuda a un exitoso y enfocada recolección de datos” (pág. 29). Además, se realiza una evaluación funcional del sistema por parte de profesionales veterinarios, quienes brindarán retroalimentación sobre la usabilidad y efectividad del dispositivo.

Este diseño permite una aproximación sistemática y controlada para determinar la viabilidad y utilidad del prototipo en un entorno real de aplicación, tal como lo recomienda Hernández et al. (2021) para estudios de desarrollo tecnológico en contextos aplicados.

3.3 Técnicas

3.3.1 Técnica de observación

De acuerdo con Castellanos (2017) “la técnica de observación es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación”.

Esta técnica es la fuente más importante de recopilación de datos, ya que mediante la observación del entorno es que se pudo decidir donde realizar las pruebas, la ubicación de los dispositivos y la cantidad de estos. Además de hacer las suposiciones iniciales, tener el primer acercamiento y sacar información de primera vista (ver **Tabla 8**).

3.3.2 Técnica de entrevista

La recopilación de parte de la información se utiliza con la técnica de entrevista la cual es muy usada en los procesos investigativos, según Ávila, González y Licea (2020) la entrevista es como el método empírico, basado en la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto o los sujetos de estudio, para obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema.

Se realiza la entrevista al dueño de la veterinaria y de este modo se conoce más de las necesidades de las mascotas que tienen y los desafíos que estas presentan, así como sugerencias, entre otras cosas (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

3.4 Metodología de Desarrollo.

Para el desarrollo del prototipo de la jaula inteligente se optó por el modelo de desarrollo en cascada, debido a que permite seguir una secuencia ordenada y controlada de fases, adecuada para proyectos con requerimientos bien definidos desde el inicio.

3.4.1 Fases del modelo en cascada:

3.4.1.1 Recolección de requisitos:

Se identifican las necesidades del usuario (veterinarios) y de los pacientes (mascotas), como control de temperatura, humedad, entre otros.

Herramientas: entrevistas y observación directa.

3.4.1.2 Análisis:

Se especifican los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

Se define el entorno de desarrollo y los componentes electrónicos a utilizar (Arduino, sensores, módulos Wi-Fi, etc.).

3.4.1.3 Diseño:

Se elabora el diseño físico de la jaula y el diseño lógico del sistema electrónico y de software.

Se determinan diagramas de flujo, esquemas de conexión y arquitectura del software.

3.4.1.4 Implementación:

Se construye el prototipo físico y se desarrolla el código necesario para el funcionamiento del sistema, integrando sensores y actuadores.

3.4.1.5 Pruebas:

Se realizan pruebas unitarias, de integración y funcionales.

Se valida que el sistema registre datos correctamente y que los actuadores respondan adecuadamente.

3.4.1.6 Despliegue y mantenimiento:

El prototipo se prueba en un entorno veterinario real, sin realizar ningún tipo de experimentación a la hora de manipular variables.

Se registran observaciones y se realizan ajustes o mejoras al dispositivo.

Este modelo es ideal cuando los requerimientos del sistema están bien definidos desde el inicio y se requiere un desarrollo estructurado (Pressman, 2014).

Fase 1: Análisis y Definición de Requerimientos

Esta fase inicial es fundamental para sentar las bases del diseño del prototipo y garantizar que la solución propuesta sea pertinente y funcional para la clínica veterinaria VeryPet. El objetivo primordial aquí fue analizar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, tal como se plantea en el primer objetivo específico. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

- **Revisión exhaustiva de la literatura técnica:** Se profundizó en las especificaciones de sensores de temperatura adecuados para ambientes de jaula, características eficientes para espacios reducidos, y tecnologías de microcontroladores y comunicación (Wi-Fi, Bluetooth) que se adapten a un entorno clínico. Se consultarán manuales técnicos y hojas de datos (datasheets) de componentes electrónicos.
- **Observación directa y no participante en la clínica VeryPet:** Se observó el flujo de trabajo del personal en relación con el monitoreo de las mascotas internadas, la frecuencia de las revisiones de temperatura (si se hacen) y las condiciones ambientales generales de las jaulas. Esto permitió identificar de primera mano los puntos críticos y las oportunidades de mejora.
- **Entrevistas con el personal veterinario:** Se realizaron entrevistas semi-estructuradas con el personal de VeryPet. El objetivo fue comprender sus desafíos actuales en el monitoreo de temperatura, sus expectativas sobre un sistema que use tecnología, y las funcionalidades específicas que considerarían útiles (ej., tipo de alertas, facilidad de uso de la interfaz).
- **Definición de requerimientos técnicos y de usuario:** Con la información recopilada, se elaboró un documento detallado de requerimientos.

Fase 2: Diseño y Desarrollo del Prototipo

Una vez definidos los requerimientos, esta fase se centró en la materialización del concepto, abordando el segundo y tercer objetivo específico: diseñar la arquitectura de hardware y software e implementar el módulo de hardware, desarrollar el firmware y el software. Las actividades clave serán:

- **Diseño de la arquitectura del prototipo:** Se elaboraron esquemas eléctricos detallados para el hardware, definiendo la interconexión entre sensores de temperatura, microcontrolador (ej., ESP8266 por su capacidad Wi-Fi), módulo de relé para control de la cerradura solenoide, y fuente de alimentación. Paralelamente, se diseñará la arquitectura del software, incluyendo la lógica de programación del firmware (para el microcontrolador), el protocolo de comunicación y el diseño de la base de datos.
- **Selección y adquisición de componentes:** Basándose en el diseño, se procedió a la elección final y compra de los componentes electrónicos y

materiales de construcción para el prototipo de la jaula. Se priorizó la fiabilidad, el costo-efectividad y la disponibilidad en el mercado local.

- **Desarrollo del firmware:** Se programó el microcontrolador para leer los datos del sensor de temperatura, aplicar la lógica de control para la alerta ej., si la temperatura > X, enviar alerta; si la temperatura < Y, Temperatura normal) y enviar los datos a la plataforma IoT o servidor.
- **Desarrollo del software de monitoreo y control (Interfaz de Usuario):** Se desarrolló una aplicación web responsiva que permita al personal de VeryPet visualizar la temperatura en tiempo real de cada jaula, acceder a los datos recogidos por los sensores, configurar umbrales de alerta y, potencialmente, controlar la cerradura.
- **Ensamblaje del prototipo físico:** Se montaron los componentes electrónicos en un modelo de jaula diseñado para la demostración. Se cuidó la seguridad, la durabilidad y la facilidad de mantenimiento.

Fase 3: Pruebas y Validación Funcional

Esta fase final tiene como objetivo principal validar la funcionalidad del prototipo, asegurando que el sistema opera de manera efectiva y cumple con los requerimientos establecidos. Las actividades serán:

- **Pruebas unitarias y de integración en laboratorio:** Antes de la implementación en la clínica, se realizaron pruebas rigurosas en un entorno casual para verificar el correcto funcionamiento de cada componente individual (sensor, componentes, microcontrolador) y la integración entre ellos. Se simularon diversas condiciones de temperatura para asegurar que la lógica de monitoreo se realice correctamente.
- **Pruebas de funcionalidad en entorno controlado de VeryPet:** El prototipo se instaló en una jaula seleccionada de la clínica VeryPet para pruebas de funcionamiento en un ambiente real, pero bajo observación controlada. Se monitorea su desempeño durante un periodo determinado.
- **Evaluación de la precisión del monitoreo:** Se compararon las lecturas de temperatura del prototipo con las de un termómetro de referencia para verificar la exactitud del sensor.
- **Recopilación de feedback del personal de VeryPet:** Se realizaron encuestas o entrevistas post-implementación con el personal que interactuó

con el prototipo para obtener su retroalimentación sobre la usabilidad de la interfaz, la fiabilidad del sistema y la percepción de mejora en el cuidado de las mascotas. Esta retroalimentación será valiosa para futuras iteraciones o mejoras del prototipo.

3.4.2 Recolección de datos

Para la ejecución de las fases metodológicas, especialmente en la "Fase 1: Análisis y Definición de Requerimientos" y a lo largo de las etapas de desarrollo y validación, se emplearon diversas técnicas de recolección de datos y se hace uso de un conjunto específico de recursos.

La recolección de datos se abordó a través de una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos para asegurar una comprensión integral del problema y una evaluación robusta del prototipo.

- **Observación Directa No Participante:** Se realizaron observaciones en la clínica veterinaria VeryPet para documentar las condiciones actuales de las jaulas, el comportamiento de las mascotas internadas y las prácticas de monitoreo térmico del personal. Esto permite una visión real de la problemática.
- **Entrevistas Semi-estructuradas:** Se llevaron a cabo entrevistas con el personal veterinario clave de VeryPet (médicos veterinarios, técnicos, personal de enfermería animal) para identificar necesidades no cubiertas, expectativas sobre el sistema propuesto, y obtener retroalimentación sobre la usabilidad y funcionalidad del prototipo durante las fases de prueba.
- **Revisión Documental y Bibliográfica:** Se consultó fuentes académicas, técnicas y comerciales para la selección de componentes, la validación de estándares de bienestar animal relacionados con la temperatura, y la comprensión de la literatura sobre IoT y sistemas de control en ambientes para mascotas.
- **Registros de Datos del Prototipo:** Durante las fases de desarrollo y validación, el propio prototipo recolectaró datos cuantitativos de temperatura ambiental, lo cual fue fundamental para evaluar su precisión y la eficacia del sistema.

3.4.3 Recursos.

Para la implementación de la metodología y el desarrollo del prototipo de jaula inteligente, se requirieron los siguientes recursos:

3.4.3.1 Recursos humanos.

Estudiantes: Liliana Lizet Córdova Tamayo y Alejandro Emilio Baste Chapiro. Los responsables de la concepción, diseño, desarrollo, implementación, análisis de resultados y redacción del proyecto. Sus roles abarcan desde la investigación bibliográfica hasta la construcción y evaluación del prototipo, así como la gestión general de las actividades (ver **Tabla 1**).

Docente Auspiciante: Proporcionó la guía académica y técnica, supervisando el proceso de investigación y desarrollo, asegurando la coherencia metodológica y la calidad del trabajo.

Dueño/Personal de VeryPet: veterinario de la clínica VeryPet fueron colaboradores clave al proporcionar acceso a las instalaciones, información sobre la problemática y retroalimentación valiosa sobre la funcionalidad y usabilidad del prototipo en un entorno real. Su participación es esencial para la validez del estudio de caso.

3.4.3.2 Recursos bibliográficos.

El acceso y la gestión de información científica y académica actualizada son cruciales para fundamentar teóricamente el proyecto y sustentar las decisiones metodológicas y de diseño del prototipo de jaula inteligente (ver Tabla 2).

Bases de datos académicas: Se utilizaron repositorios digitales de prestigio para la búsqueda y recuperación de artículos científicos, tesis, conferencias y revisiones sistemáticas. Las principales bases de datos a consultar incluyen:

- **Google Scholar:** Herramientas de búsqueda amplias que complementarán las bases de datos especializadas, facilitando el acceso a una variedad de documentos académicos, incluyendo preprints y trabajos de conferencias que aborden soluciones de IoT en entornos animales.
- **Libros y revistas especializadas:** Se consultarán textos fundamentales en áreas como:

- **Ingeniería de Sistemas Embebidos y IoT:** Para metodologías de desarrollo de hardware y software de bajo nivel, protocolos de comunicación IoT y gestión de sensores y actuadores y buenas prácticas en la construcción de sistemas conectados (ej., sobre ESP8266).
- **Medicina Veterinaria y Bienestar Animal:** Textos sobre termorregulación en pequeños animales, efectos del estrés ambiental, manejo de pacientes internados, y estándares de cuidado que definen un ambiente óptimo para la recuperación.
- **Electrónica y Sensores:** Literatura específica sobre el funcionamiento y la calibración de sensores de temperatura módulos relé, y otras interfaces electrónicas relevantes para el control de sistemas.

Normativas y estándares: Se revisaron documentos clave para asegurar que el desarrollo del prototipo cumpla con criterios de seguridad y aplicabilidad en un entorno clínico:

- **Normativas de Seguridad Eléctrica:** Para garantizar que el diseño y la construcción del hardware sean seguros, minimizando riesgos eléctricos para los animales y el personal de la clínica.
- **Estándares de Bienestar Animal en Centros Veterinarios:** Guías o regulaciones sobre las condiciones ambientales recomendadas para animales hospitalizados, incluyendo rangos de temperatura y calidad del aire.
- **Regulaciones de Protección de Datos Personales (ej., LOPD de Ecuador):** Si bien el proyecto se enfoca en datos ambientales, se considerará el manejo ético y legal de cualquier información relacionada con el uso del sistema o el personal.
- **Tesis y proyectos de investigación de repositorios universitarios:** Se analizaron trabajos previos de instituciones nacionales e internacionales.

3.4.3.3 Recursos tecnológicos.

Los componentes tecnológicos para el desarrollo del prototipo son los siguientes:

- **Hardware:**
  - **Microcontrolador:** Arduino Uno (para prototipado inicial y simplicidad), y potencialmente un módulo Wi-Fi como ESP8266 (para conectividad IoT)(ver Figura 21).
  - **Placa de Prototipado:** Protoboard (para las pruebas iniciales y conexiones temporales) (ver Figura 20)**.**
  - **Sensor de Temperatura:** Sensor de temperatura (sensor de alta precisión, a evaluar su complejidad de implementación vs. DHT11 para un prototipo).
  - **Actuadores:** Módulo relé (para encendido/apagado de la cerradura).
  - **Módulo de Conectividad:** Módulo WiFi ESP8266 (para la comunicación de datos a la nube/servidor).
  - **Conectores:** Jumpers (cables para las conexiones en protoboard)(ver Figura 19).

- **Software:**
  - **Base de Datos:** MariaDB (para el almacenamiento persistente de los datos de temperatura e historial de acontecimientos).
  - **Entorno de Desarrollo de Microcontroladores:** Arduino IDE (para la programación del firmware del Arduino Uno y/o ESP8266).

3.4.3.4 Recursos mecánicos.

- **Estructura de Jaula:** Jaula tipo Kennel. Estos materiales son adecuados por su durabilidad y capacidad de simular un entorno veterinario para pruebas y demostraciones cuando no se pueda tener acceso a la veterinaria.

3.4.3.5 Presupuesto del proyecto.

El presupuesto de la presente investigación detalla los costos estimados asociados a cada una de las fases del proyecto, desde la adquisición de materiales y herramientas. La estimación busca reflejar los gastos necesarios para el desarrollo y la validación del prototipo de jaula inteligente para la clínica veterinaria VeryPet. Es importante señalar que los valores presentados son aproximaciones y pueden variar según las condiciones del mercado al momento de la adquisición real (ver Tabla 7).

También se detalla la estimación de costos asociados a la participación del equipo humano en el proyecto durante el periodo de ejecución. Se considera una duración de 5 meses para el proyecto (ver Tabla 1).

3.4.4 Población y muestra

En este apartado se definen la población objetivo y la muestra de estudio. Dado que la investigación corresponde al desarrollo y validación inicial de un prototipo, se emplea muestreo no probabilístico, priorizando casos que cumplan las condiciones de uso del dispositivo.

3.4.4.1 Población.

La población objetivo está conformada por animales domésticos (caninos y felinos) en fase de postoperatorio o que tengan una estadía prolongada atendidos en la Clínica Veterinaria VeryPet, ubicada en Guayaquil, que requieren monitoreo básico de parámetros ambientales como parte del cuidado, al tener una población muy situacional se pretende una población de 10 mascotas, entre perros y gatos.

De forma complementaria se considera como población secundaria al personal veterinario que participa en el manejo de la jaula.

3.4.4.2 Muestra

La muestra de esta investigación no es estadística porque el estudio se centra en la validación funcional del prototipo y no en la generalización de resultados a una población amplia. En este caso, se emplea un muestreo no probabilístico, ya que los animales en postoperatorio y el personal veterinario se seleccionan de acuerdo con criterios de disponibilidad, priorizando la pertinencia clínica más que a un cálculo probabilístico, lo cual resulta adecuado para una fase inicial orientada a comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

3.5 Análisis estadístico

El proceso de la fase investigativa fue apoyado de la técnica de la entrevista y observación previamente mencionadas, de esta manera se elaboraron los formatos (ver TablaTabla **8** y Figura 1) de esta manera se buscaba obtener detalles y características que permitan identificar factores claves durante el proceso de internamiento de una mascota en una veterinaria. Estas permiten tener cuales son los posibles requisitos funcionales, tener una mejor idea de las necesidades y dar un primer plano hasta que dispositivos se van a usar y cuales se van a descartar.

Según los datos proporcionados se puede tener una idea de cómo va a funcionar el sistema, en una vista general necesitan una jaula que permita capturar datos ambientales que afectan el estado de una mascota cuando se encuentra en un periodo de internamiento, este se puede dar debido a una recuperación postoperatoria o a un tratamiento que requiere de varios días y chequeos. Los análisis iniciales muestran que los factores más importantes son: Temperatura, Humedad, Sonido, Gases debido a la orina, alimentación y la seguridad de la jaula, esto como resultado de la entrevista y observación (ver TablaTabla **9** y Tabla 10).

3.5.1 Distribución Binomial.

La distribución binomial es un modelo probabilístico discreto que describe la probabilidad de obtener un número determinado de éxitos en una cantidad fija de ensayos independientes, donde cada ensayo presenta únicamente dos resultados posibles: éxito o fracaso. Cada ensayo mantiene la misma probabilidad de éxito, el proyecto consiste en evaluar un prototipo mediante un conjunto de preguntas de Sí o No que se aplican repetidas veces, este mismo formato se aplica a cada uno de los módulos independientemente (ver Tabla 36) para posteriormente registrar las respuestas del dispositivo y analizar los datos obtenidos. Esto cumple perfectamente con las condiciones de la distribución binomial.

La distribución binomial proporciona una metodología adecuada para analizar el desempeño de su prototipo, ya que se ajusta perfectamente a la estructura de evaluación basada en respuestas dicotómicas repetidas. Esto permitirá demostrar, con rigor, si el sistema es funcional.

El registro de pruebas es esencial porque proporciona evidencia objetiva y verificable del desempeño del prototipo, permitiendo evaluar si cumple o no con los requisitos funcionales establecidos. Estos datos documentados evitan conclusiones subjetivas y aseguran que la validación se realice con base en resultados reales.

Además, el registro facilita el análisis estadístico, como el uso de la distribución binomial para medir la confiabilidad del sistema mediante pruebas repetidas de Sí o No. También permite identificar fallas específicas y orientar mejoras, garantizando un proceso de desarrollo más preciso y con respaldo metodológico, en el cual se tienen 6 preguntas cuya probabilidad de éxito es si/no (ver Tabla 37) una vez aplicadas se puede verificar el desarrollo y el número de pruebas realizadas consultando las tablas de las pruebas que se realizaron en cada módulo individualmente, estos después de ser sometidos a pruebas de conexión y funcionamiento en 8 ocasiones, arrojaron los siguientes datos (ver Tabla 38, Tabla 39 y Tabla 40).

De esta manera al realizarse 6 preguntas durante 8 pruebas dan como resultado 48 posibles respuestas totales, a partir de los resultados realizados a los módulos independientemente se obtuvo que:

Módulo 1: Obtuvo 42 éxitos de 48 posibles, eso es una probabilidad éxito de 0.875.

Usando la fórmula de la distribución binomial $P(X = x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$ para obtener los 48 éxitos posibles hay una probabilidad de $\binom{6}{6}(0.875^6)(0.125^0) = 0.44879$ lo que equivale a un 44.88%

Módulo 2: Obtuvo 48 éxitos de 48 posibles, eso es una probabilidad de éxito de 1.

Módulo 3: Obtuvo 37 éxitos de 48 posibles, eso es una probabilidad de éxito de 0.7708.

Usando la fórmula de la distribución binomial $P(X = x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$ para obtener los 48 éxitos posibles hay una probabilidad de $\binom{6}{6}(0.7708^6)(0.2292) = 0.20978$ lo que equivale a un 20.98%

De la misma forma se realizó una encuesta de satisfacción utilizando la escala Likert para evaluar la satisfacción del usuario con respecto al prototipo y la aplicación (ver de la Tabla 42 a la Tabla 47).

4. RESULTADOS

4.1 Análisis de los parámetros críticos que afectan a los animales tales como factores ambientales y seguridad, mediante técnicas de investigación para la obtención de los requerimientos funcionales del sistema.

Se analizaron los procesos necesarios para el control y monitoreo de las mascotas dentro de la Veterinaria VeryPet, con el fin de diseñar un prototipo de jaula inteligente acorde a los objetivos planteados.

En este objetivo se cumplió satisfactoriamente, ya que se estudiaron las actividades que realiza el personal durante el cuidado de los animales, especialmente en lo relacionado a la alimentación, detección de gases, movimiento y apertura automática de la puerta. Para ello, se entrevistó al veterinario responsable y al personal a cargo para identificar los procedimientos esenciales y obtener la información necesaria para desarrollar una solución tecnológica acorde a las necesidades reales del establecimiento.

Además, mediante encuestas aplicadas a los trabajadores se recopiló información sobre el manejo actual de las mascotas y los problemas que enfrentan al no contar con un sistema automatizado que facilite el monitoreo continuo.

Estas técnicas de recolección de datos permitieron generar los requerimientos funcionales y no funcionales, lo que ayudó a validar que el prototipo propuesto responda a las necesidades identificadas con el usuario principal y contribuya a resolver las dificultades existentes, como la falta de control automático y alerta en tiempo real. Con base en los resultados obtenidos, se establecieron los requerimientos del sistema.

De la misma manera los repositorios de información fueron de gran importancia ya que se los utilizó como herramienta para disponer de parámetros ambientales sustentados mediante información científica, ya que como el sensor de sonido por ejemplo no tiene una conversión matemática fija que transforme el voltaje eléctrico a presión sonora mediante pruebas se puede hacer equivalencias. Margolis (2011) explica que para leer sensores analógicos en estas placas de desarrollo se mapea el voltaje de entrada y da un valor entero entre 0 a 1023 debido a esta lectura lineal del voltaje se requiere una calibración mediante la experimentación para poder asimilarlos a los niveles correspondientes de presión sonora.

Con la ayuda de la veterinaria se determinó que un gato puede sentir incomodidad en presencia del ruido de una aspiradora, la presión sonora de este tipo de sonidos va desde los 65-75 dB, este punto en donde se empezó la experimentación, dando como resultado que los gatos al ser más sensibles auditivamente necesitan más atención en este aspecto, dando como resultados en el sensor de sonido una equivalencia a 500-700.

De la misma manera con los perros la veterinaria nos indicó que los perros empiezan a reaccionar negativamente ante sonidos de motocicletas, es así como el sonido mínimo de estos vehículos ronda los 80-90db, nuevamente con experimentación se obtuvo que su equivalencia en datos del sensor de sonido es 750-900.

Con el sensor de gas y siguiendo las directrices del National Research Council (2011) la cual queda establecido un límite de seguridad de 25 ppm para evitar comprometer a las mascotas y patologías respiratorias, el umbral fue calibrado en un valor de 400, el mismo que corresponde al punto de inflexión donde la concentración de gases sobrepasa los niveles de confort adecuados pasando a incomodar a las mascotas.

Una vez analizados los procesos de la veterinaria, se elaboró el diagrama de contexto, el cual permitió identificar como los actores o usuarios interactúan con los módulos del prototipo y, a la vez, facilitó la comprensión del funcionamiento general dentro del modelo de atención y monitoreo de las mascotas.

4.2 Diseño de un sistema electrónico integrando los sensores específicos que permita el monitoreo de las condiciones dentro de la jaula en tiempo real.

Se logró diseñar un sistema electrónico funcional, adecuado y agradable para el monitoreo en tiempo real de las condiciones internas de la jaula inteligente, integrando sensores específicos que permiten obtener información precisa y continua. Para ello, se desarrolló una interfaz clara y comprensible, acompañada de indicadores visuales que facilitan la interpretación de los datos recolectados por los sensores, lo cual fue esencial debido a la necesidad de supervisar de manera eficiente el estado del ambiente donde se encuentra la mascota.

Para la materialización del sistema de monitoreo, se diseñó una arquitectura electrónica centralizada basada en el microcontrolador ESP8266. La elección de este componente como núcleo de procesamiento permitió la integración efectiva de

los dispositivos de entrada (sensores) y salida (actuadores) gracias a sus pines de propósito general y su capacidad integrada nativamente de comunicación inalámbrica WIFI. El diseño del circuito priorizó la estabilidad de la señal y la eficiencia energética, estableciendo líneas de alimentación reguladas de 5V y 3.3V para garantizar la operatividad continua de los módulos y la integración de fuentes alternativas de energía regulable para los dispositivos que los requieran.

Además, se elaboraron diagramas para representar la interacción con el sistema de monitoreo, mientras que el diagrama de entidad-relación permitió definir la estructura de la base de datos encargada de almacenar las lecturas de los sensores y el registro histórico de las condiciones de la jaula. De igual forma, el diccionario de datos facilitó la comprensión de cada campo registrado, asegurando la relación en el diseño del sistema (ver Anexo N° 12: **Diccionario de datos**) .

Las pruebas de funcionalidad del diseño electrónico validaron la correcta adquisición de datos en tiempo real. El sistema demostró una latencia mínima en la transmisión de señales desde los sensores hacia el procesador central, asegurando que cualquier variación crítica en el ambiente sea procesada y digitalizada instantáneamente para su posterior envío al servidor.

4.3 Desarrollo de una aplicación web utilizando herramientas de software orientadas al manejo de sensores que permita al personal veterinario la visualización de datos ambientales facilitando la toma de decisiones.

Apache actúa como el núcleo de gestión para el sistema IoT distribuido. La aplicación fue desarrollada integrando una base de datos relacional MySQL(ver Anexo N° 11: **Diagrama de bloque, Entidad relación**) para el almacenamiento persistente de los datos enviados por los nodos ESP8266. Mediante el uso de scripts de backend en PHP se estableció una comunicación bidireccional estable que permite no solo la recepción de datos de los sensores sino también enviar comandos de control hacia los actuadores, validando así la capacidad del software para gestionar múltiples dispositivos de hardware en simultaneo.

En cuanto a la visualización de datos, se desarrolló una interfaz gráfica de usuario intuitiva y responsiva, alojada en un servido local mediante el entorno XAMMP capaz de procesar y presentar la información ambiental en tiempo real. Gracias a la implementación de tecnologías de actualización asíncrona, la aplicación refresca los valores de temperatura, calidad del aire, nivel de agua y ruido cada dos segundos sin necesidad de recargar la página completa. Esto

garantiza que el personal veterinario tenga acceso inmediato a las lecturas exactas de los sensores DHT11, MQ-135 y módulos de nivel, presentados mediante indicadores numéricos y etiquetas de estado claras que transforman datos en información legible.

Finalmente, para facilitar la toma de decisiones críticas, el software incorpora lógica de alertas visuales y control remoto. El sistema cambia dinámicamente los estilos visuales de la interfaz cuando los valores superan los umbrales preconfigurados, permitiendo al veterinario identificar situaciones de riesgo, como altas temperaturas o falta de agua, con un solo vistazo. Las pruebas demostraron que el diseño se adapta de manera correcta a los dispositivos móviles de diferentes entornos, garantizando el monitoreo a poder realizarse sin necesidad de estar presente físicamente en la jaula.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la medición ambiental en la jaula convencional de la clínica VeryPet muestran condiciones inestables de temperatura, humedad, gases y ruido. En esta situación coincide con lo observado por Aguilar et al. (2021), quienes reportaron que recintos sin control automatizado presentan fluctuaciones térmicas y humedad elevada, factores que influyen en el aumento del estrés animal. La similitud entre ambos estudios confirma que los entornos hospitalarios tradicionales no proporcionan un ambiente idóneo para la recuperación de mascotas.

No obstante, los resultados del presente estudio aportan información más completa respecto a la investigación antes mencionada ya que, además de temperatura y humedad, se incluyó el análisis simultáneo de gases y niveles de ruido, variables no contempladas integralmente en aquel proyecto. Esta ampliación de mediciones ambientales permite una visión más precisa de los principales inconvenientes que afectan a los animales hospitalizados.

En términos de ruido ambiental, los resultados son consistentes con los hallazgos de Bubear (2024), que señala que el ruido superior a 70 dB genera respuestas agudas de estrés. Sin embargo, el presente estudio no solo confirma esta afirmación, sino que también relaciona las mediciones de ruido con las reacciones observadas (ladridos, maullidos, inquietud), permitiendo un análisis más contextualizado por parte del veterinario, ya que ahora puede verificar si es el sonido el que puede estar afectando a los animales.

A su vez, en comparación con estudios como los de Bestari et al. (2023)), que se centran en el control térmico, este trabajo demuestra que el problema en jaulas convencionales es multifactorial, abarcando no solo temperatura sino también gases, humedad y ruido. Esto evidencia la necesidad de soluciones integrales y no únicamente térmicas.

Finalmente, el sistema de apertura automática de puerta no se encuentra presente en ninguno de los trabajos del estado del arte revisado, lo que convierte este componente en un aporte innovador que mejora la seguridad y la interacción del personal veterinario con la jaula.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La investigación detallada de los parámetros críticos que afectan a los animales permitió identificar con precisión los factores ambientales y de seguridad necesarios para la recuperación clínica. Esto se vio reflejado en la práctica, donde la implementación del sistema IoT demostró ser altamente eficaz para garantizar la comodidad ambiental en las unidades de recuperación, previniendo proactivamente cuadros de estrés térmico o problemas respiratorios mediante el monitoreo de temperatura y calidad del aire. Asimismo, la integración del sensor de sonido proporcionó un indicador objetivo de las vocalizaciones excesivas, facilitando intervenciones oportunas para asegurar el descanso postoperatorio.

El diseño y desarrollo de la arquitectura electrónica con sensores específicos logró un monitoreo autónomo y en tiempo real dentro de la jaula. En la validación operativa, la arquitectura distribuida demostró ser una solución técnica y económicamente viable utilizando hardware modular de bajo costo. Esto permitió automatizar tareas rutinarias sin comprometer la seguridad física del animal, gracias al uso de mecanismos de actuación redundantes como la cerradura electrónica, lo que valida la escalabilidad del proyecto para transformar jaulas tradicionales en unidades de cuidado inteligente.

El desarrollo de la plataforma web logró vincular eficazmente la telemetría de los sensores con el personal médico. Funcionalmente, esto transformó la supervisión veterinaria de un modelo manual intermitente a una vigilancia digital continua. La capacidad de visualizar en tiempo real los suministros de agua y comida, así como controlar accesos y consultar un historial automatizado, optimizó los recursos humanos de la clínica y facilitó una toma de decisiones basada en evidencia sólida para ajustar protocolos de cuidado y determinar con mayor precisión el momento del alta médica.

6.2 Recomendaciones

Para poder escalar el prototipo a unidades más amplias la utilización de placas de circuito impreso ahorra mucho espacio y simplifican las conexiones dado a que el prototipo cuenta con muchos cables y dispositivos que pueden ser alterados debido a movimientos bruscos, la utilización de cajas hechas a medida mejoraría la estética y la protección de los equipos.

Considerando que el sistema controla accesos críticos se sugiere la integración de un sistema de alimentación ininterrumpida para los módulos de seguridad. Esto garantizará que, ante un corte del suministro eléctrico principal, la jaula permanezca segura y operativa, evitando que el solenoide quede inoperable o que se pierda la conexión con el servidor durante emergencias.

Se sugiere expandir la aplicación web para que no solo muestre datos en tiempo real, sino que almacene un historial detallado de las variables ambientales por paciente. La implementación de gráficos históricos permitiría al veterinario correlacionar, por ejemplo, los picos de ruido (ladridos) con los horarios de comida o temperatura, ayudando a identificar patrones de comportamiento o estrés en las mascotas durante su hospitalización.

7. BIBLIOGRAFÍA

Vásquez-Quispesivana, W., Inga, M., & Betalleluz-Pallardel, I. (2022). Inteligencia artificial en acuicultura: fundamentos, aplicaciones y perspectivas futuras. *Scientia Agropecuaria*, *13*(1), 79-96.

López, C. H. H. (2024). Maricultura en Jaulas 4.0 No es opción del futuro, sino un reto del presente. *Acta Pesquera*, *10*(20).

Gómez, L. F., Atehortua, C. G., & Orozco, S. C. (2007). La influencia de las mascotas en la vida humana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, *20*(3), 377-386.

Briones Dieste, V., Bezos Garrido, J., & Álvarez Sánchez, J. (2018). Concepto y contenidos actuales de Salud Pública y Política Sanitaria veterinarias. *Revista Española de Salud Pública*, *92*.

Dieste, V. B., Garrido, J. B., & Sánchez, J. Á. (2018). Medicina Preventiva Veterinaria: concepto y actualización. *Profesión veterinaria*, *23*(91), 20-33.

Martínez Portilla, M. A. (2019). Prototipo de una aplicación móvil para el despliegue de geolocalización y mejoramiento de la condición física de las mascotas.

Aguilar, S., Hinojosa, R., Hidalgo, P., & Cruz, P. (2021). Monitoreo y control remoto de un dispensador de alimento para mascotas basado en IoT. *RITI, 9*(17), 77-88. doi:https://doi.org/10.36825/RITI.09.17.008

AndroidDev. (2023). *Developers Android*. Obtenido de https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419

Apache Friends. (2024). Obtenido de XAMPP Installers and Downloads: https://www.apachefriends.org/

Autsou, Kudelina, Vaimann, Rassõlkin, & Kallaste. (2024). Principles and Methods of Servomotor Control: Comparative Analysis and Applications. *Modeling, Design and Control of Electric Machines: Volume II*. doi:https://doi.org/10.3390/app14062579

Avila, H., González, M., & Licea, S. (2020). *La entrevista y la encuesta.* Obtenido de http://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/992/997

Banzi, M., & Shiloh, M. (2023). Introducción a Arduino. 4.ª edición. En M. Banzi, *Introducción a Arduino. 4.ª edición* (pág. 56). Anaya.

Bestari, Mustafa, & Junus. (Diciembre de 2023). Diseño y construcción de un sistema de control y monitoreo en una jaula para gatos basado en el Internet de las cosas (IoT). *ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/376763143_Design_and_Build_a_Control_and_Monitoring_System_in_a_Cat_Cage_Based_on_the_Internet_of_Things_IoT_Case_Study_in_Violet_Pet_Shop_Clinic

Bienestar Mascotas. (2025). *Efectos físicos del estrés en mascotas*. Obtenido de Bienestar Mascotas: https://bienestarmascotas.puntanetwork.com/salud-mental-de-mascotas/impacto-estres-salud-largo-plazo-mascotas-lo-todo-dueno-debe-saber

Bleuer-Elsner, S., & Masson, S. (Octubre de 2024). La jaula como herramienta educativa y teraoéutica para perros: Resultados de una encuesta a propietarios de perros. *ScienceDirect, 279*. doi:https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106386.

Bubear, M. (24 de Octubre de 2024). *El efecto del alojamiento clínico veterinario en el comportamiento animal.* Obtenido de https://www.veterinary-practice.com/article/the-effect-of-veterinary-clinical-housing-on-animal-behaviour?utm_source

Bueno, R. Á. (28 de Noviembre de 2022). Manifestaciones del estrés en las mascotas. *Argos: Informativo Veterinario*, 42-44. doi:https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4581547

Canga, L. E. (2023). *Repositorio UPSE.* Obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec

Carlos, B. D. (2021). *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE FRAMEWORKS.* Lima-Peru. Obtenido de https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9217/De%20la%20Cruz%20Ceron%20Roberto%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castellanos, L. (2017). *Técnica de Observación.* Obtenido de https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/

Castillo, Cruz, Gonzaga, & Luna. (2021). *Diseño e implementación de sistema de monitoreo automatizado en granja avícola.* Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana:

https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21122/1/UPS-GT003439.pdf

Castro, J., Gómez, L., & Camargo, E. (2022). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Scielo*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v27n75/0123-921X-tecn-27-75-8.pdf

Cevallos, M. (2022). *dspace.* Obtenido de Respositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22884/4/UPS-GT003870.pdf

Chavarria, J. G. (2023). *My electronic*. Obtenido de https://myelectronic.ueuo.com/SensoresyActuadores/SIHD_Sens_Actu_EC.pdf

Colorado, R. d. (2025). Monitor de calidad del aire Arduino. *Teach Engineering*. Obtenido de https://www.teachengineering.org/activities/view/ind-2962-arduino-air-quality-monitor-activity?

Elsevier BV. (2024). La jaula como herramienta educativa y terapéutica para perros: Resultados de una encuesta a propietarios de perros. *ScienceDirect*.

ESPboards. (2025). *ESPBoards*. Obtenido de ESP32 KY-038 Microphone Sound Sensor Module: https://www.espboards.dev/sensors/ky-038

Fleming, Z., & Webber, S. (2019). *Programación de Computadoras: De Principiantea Malvad--javaScript, HTML,CSS & SQL.* levi freud. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=aRqyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=lenguaje+html+programación&ots=xxql_tkPPa&sig=MsJnXlb8ViBJ8f8HRMsgc5BUxn8#v=onepage&q=lenguaje%20html%20programación&f=false

García, A. (2020). “DESARROLLO DE PROTOTIPO DISPENSADOR DE ALIMENTO PARA MASCOTAS PET-HOME ALBA BASADO EN EL IOT.

Giurgiu, L., & Gligorea, I. (2017). Responsive Web Design Techniques. *International Conference Knowledge-Based Organization, 23*(3), 15-19. doi:https://doi.org/10.1515/kbo-2017-0153

Gómez, A. &. (s.f.).

IBM. (2024). *What is an API?* Obtenido de IBM Topics: https://www.ibm.com/think/topics/api

Jhangiani, Chiang, Leighton, & Cuttler. (2019). *Research methods in Psychology.* Independently Published. Obtenido de libretexts: https://espanol.libretexts.org/Ciencias_Sociales/Psicologia/Libro%3A_Métodos_de_investigación_en_psicología_(Jhangiani%2C_Chiang%2C_Cuttler_y_Leighton)

Jiménez. (2024). Sistema para la Monitorización y Análisis de parámetros ambientales en Hábitats específicos de Fauna: Módulos de sensorización y de transmisión de datos. *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de Diseño y desarrollo de sistemas de control y monitorización en una jaula para gatos basada en el Internet de las cosas (IoT)

Kalra, V., Baweja, C., Simmarpreet, D., & Chopra, S. (2016). Influence of Temperature and Humidity on the Output Resistance Ratio of the MQ-135 Sensor. *International Journal of Computer Science and Software Engineering*, 423-429. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/328875972_Influence_of_Temperature_and_Humidity_on_the_Output_Resistance_Ratio_of_the_MQ-135_Sensor

Kanade, V. (26 de Febrero de 2024). Qué es la automatización? Definición, tipos, beneficios e importancia. *spiceworks*. Obtenido de https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-is-automation/

Kenny Paul, S. S. (2022). Sensores inteligentes viables y su aplicación en la agricultura basada en datos. *ScienceDirect*. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169922004136

Legislación Nacional - Ecuador. (2013). *www.propiedadintelectual.gob.ec.* Obtenido de www.propiedadintelectual.gob.ec: https://www.propiedadintelectual.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/reglamento_ley_propiedad_intelectual.pdf

León, Gutiérrez, Paredes, Mego, Milene, Mestanza, & Reyes. (2021). Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura para un galpón de pollos de la Avícola Florián e Hijos S.A.C. *INGnosis Revista de Investigación Científica, 7*(2), 50-60. doi:10.18050/ingnosis.v7i2.2416

Ley de Propiedad Intelectual. (10 de 2 de 2014). *LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL.* Obtenido de https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/Ley-de-Propiedad-Intelectual.pdf

López, A., & Ramos, G. (2021). Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: significación para la investigación educativa. *Revista Conrado*, 22-31. Obtenido de https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2133

Mascotas, B. (2025). El impacto del estrés en la salud a largo plazo de las mascotas: Lo que todo dueño debe saber. *Bienestar Mascotas*. Obtenido de https://bienestarmascotas.puntanetwork.com/salud-mental-de-mascotas/impacto-estres-salud-largo-plazo-mascotas-lo-todo-dueno-debe-saber

Mashonjowa, E., Matandirotya, E., & ZTT, F. (2022). DHT11 Based Temperature and Humidity Measuring System. *Journal of Electrical Engineering & Technology, 11*(5), 3. Obtenido de https://www.scitechnol.com/peer-review/dht11-based-temperature-andhumidity-measuring-system-OqwE.php?article_id=20039

Maxim Integrated Products. (2015). *Analog*. Obtenido de https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds3231.pdf

Mina, & Restrepo. (2019). Desarrollo de un Prototipo de Monitoreo No Invasivo de Signos Vitales y Localización. *Repositorio*. Obtenido de https://repositorio.uniajc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e79034ff-7be2-432c-9204-0a9bf71825a5/content

Monserrate, Viteri, & Arrese. (2024). Tecnología IoT para el monitoreo de la salud animal en el sector ganadero. *La Técnica Revista de las Agrociencias*. Obtenido de https://www.uteg.edu.ec/wp-content/uploads/2024/08/13.pdf

Moran, C. (8 de 2019). *Academia.* Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61053918/Manual_de_Estadias20191029-32245-g8urv8-libre.pdf?1572336711=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD_TECNOLOGICA_DE_HERMOSILLO_SO.pdf&Expires=1705992349&Signature=KvI0QziI2rvxNZsG3RZD89

Naylamp Mechatronics. (2023). *Naylamp Mechatronics*. Obtenido de https://naylampmechatronics.com/sensores-liquido/435-sensor-de-nivel-capacitivo-sin-contacto-xkc-y25-t12v.html

Noles, J. O., & Pillacela, M. M. (2020). Desarrollo óptimo de un dispensador automatizado de comida para mascotas domésticas. *Trabajo de titulación.* Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19384/1/UPS-CT008857.pdf

Red Hat. (octubre de 2023). *What is a REST API?* Obtenido de What is a REST API?: https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api

Robin, N. (2020). *Aprender PHP, MySQL y JavaScript.* Marcombo. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AExOEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=lenguaje+php&ots=-WpplUFahx&sig=aAkdK3q2cdVW9cIC15IANNW1dFI#v=onepage&q=lenguaje%20php&f=false

Rodríguez, D. J. (23 de 08 de 2021). *Universidad de Valladolid Repositorio Documental.* Obtenido de https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/50034/TFG-G5214.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=33&zoom=100,109,488

Sandra Aguilar Alvarez, R. H. (18 de Enero de 2021). Monitoreo y control remoto de un dispensador de alimento para mascotas basado en IoT. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*. Obtenido de https://riti.es/htmlview/09-17/08/

Viteri, M. A. (2024). Tecnología IoT para el monitoreo de la salud animal en el sector ganadero. *La Técnica Revista de las Agrociencias*, 62. Obtenido de https://www.uteg.edu.ec/wp-content/uploads/2024/08/13.pdf

Otálvaro, J. C. O., Castro, F. V., & Escobar, L. F. E. (2020). Alimentador automático para perros con plataforma IoT. *Revista Universidad Católica de Oriente*, *31*(45), 46-62.

Jacquet, F. D. L., & Chamorro, C. R. I. (2023, October). Desarrollo e implementación de un aplicativo móvil para la gestión médica veterinaria en la universidad internacional tres fronteras (Petcare). In *Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware)* (pp. 174-177).

SBCrgánica para el desarrollo de la acuicultura, y. (17 de abril de 2020). 100. https://www.tfc.com.ec/uploads/noticia/adjunto/667/LEY_ORG%C3%81NICA_PARA_EL_DESARROLLO_DE_LA_ACUICULTURA_Y_PESCA.pdf

Arana, W. (2022). *Sistema web para la administracion y control del crecimiento, produccion y distribucion del camaron.* Guayaquil: UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARANA%20RODR%C3%8DGUEZ%20WALTHER%20DARWIN.pdf

Armenta, B., Rodríguez, I., Medina, L., & González, S. (2018, Septiembre). Aplicación del modelo de prototipos: Caso de estudio Software RedbotGamesShop. *Revista de Simulación Computacional, 2*(5), 8-13. https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Simulacion_Computacional/vol2num5/Revista_de_Simulaci%C3%B3n_Computacional_V2_N5_2.pdf

Cruz, V. (2019). *Implementacion de una aplicacion para el control y analisis de procesos de produccion acuicola del camaron.* Guayaquil: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL . http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/46815/D-106563.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

Mendez, G. (2022). *Sistema web para el control de producción y manejo de enfermedades del camarón.* Tesis, Guayaquil. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ESQUIVEL%20MENDEZ%20GERARDO%20LUIS.pdf

Magazu-Johnsonbaugh (2024, Mayo)

Atención veterinaria inteligente: el papel del IoT en la monitorización de la salud y el comportamiento animal

https://m3via.com/2024/05/03/smart-veterinary-care-the-role-of-iot-in-monitoring-animal-health-and-behavior/

8. ANEXOS

Anexo N° 1: Tablas de Recursos

Tabla 1
Recursos Humanos

Colaboradores	Rol	Tiempo de Dedicación	Valor Mensual (USD)	Valor Total (USD)
Liliana Lizet Córdova Tamayo	Proponente/Estudiante	5 meses	$470.00*	$2,350.00
Alejandro Emilio Baste Chapiro	Proponente/Estudiante	5 meses	$470.00*	$2,350.00
Ing. Elke Yerovi Ricaurte	Docente Auspiciante	5 meses	$0.00**	$0.00
Total:				$4,700.00

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 2.
Recursos Bibliográficos

Recursos Bibliográficos	Tiempo de Acceso	Valor Mensual (USD)	Valor Total (USD)
Artículos científicos (bases de datos académicas)	5 meses	$0.00*	$0.00*
Acceso a biblioteca virtual universitaria	5 meses	$0.00*	$0.00*
Libros digitales (acceso institucional/abierto)	5 meses	$0.00*	$0.00*
Documentos de la web (acceso abierto)	5 meses	$0.00*	$0.00*
Páginas oficiales de organismos (ej. Gobierno del Ecuador)	5 meses	$0.00*	$0.00*
Total:			$0.00

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 3.
Presupuesto del Software

Herramienta de Software	Cantidad de Licencias/Instancias	Tiempo de Uso	Valor Mensual (USD)	Valor Total (USD)
Arduino IDE	1	5 meses	$0.00*	$0.00*
XAMPP	1	5 meses	$0.00*	$0.00*
Total			$0.00	$0.00

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 4.
Presupuesto del Hardware

Componente	Cantidad	Costo Unitario Estimado (USD)	Costo Total Estimado (USD)
Microcontrolador (ESP8266)	3	$ 5.00	$ 15.00
Protoboard	1	$ 5.00	$ 5.00
Sensor de Temperatura y humedad	1	$ 7.00	$ 7.00
Módulo Sonido	1	$ 5.00	$ 5.00
Módulo Nivel Sin contacto	1	$ 10.00	$ 10.00
Módulo detección Gases	1	$ 8.00	$ 8.00
Módulo StepUp	1	$ 3.00	$ 3.00
Cerradura	1	$ 12.00	$ 12.00
Servomotor	1	$ 2.00	$ 2.00
Jumpers (kit)	1	$ 5.00	$ 5.00
Herramientas de soldar	1	$ 25.00	$ 25.00
Cables, conectores varios	1	$ 10.00	$ 10.00
Fuente de alimentación (5V/12V)	1	$ 20.00	$ 20.00
Tarjeta PCB personalizada (opcional)	1	$ 35.00	$ 35.00
Subtotal Hardware			$162.00

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 5.
Recursos Mecánicos

Componente	Cantidad	Costo Unitario Estimado (USD)	Costo Total Estimado (USD)
Jaula tipo Kennel	1	60	$ 60.00
Perfiles de PVC para alimentador	2-3	5	$5
Tornillos, tuercas, remaches, etc.	1 kit	10.00	$ 10.00
Subtotal Recursos Mecánicos			**$ 75.00**

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 6.

Presupuesto de Gastos Operativos y Varios

Concepto	Descripción	Costo Estimado (USD)
Energía Eléctrica	Consumo durante pruebas y desarrollo	10.00
Transporte	Movilización para adquisición de materiales/visitas a clínica	50.00
Subtotal Gastos Operativos		**60.00**

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 7.

Resumen General de Presupuesto Estimado

Concepto	Costo Total Estimado (USD)
Subtotal Recursos Humanos	$4,700.00
Subtotal Recursos Bibliográficos	$ 0.00
Subtotal Software	$ 0.00
Subtotal Hardware	$162.00
Subtotal Recursos Mecánicos	$ 75.00
Subtotal Gastos Operativos	$ 60.00
TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO	**$ 4,997.00**
IMPREVISTOS (10% del Total)	$ 497.70
GRAN TOTAL DEL PROYECTO	**$ 5494.7**

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 2: Instrumentos para recolección de información

Tabla 8.

Formato Ficha de Observación

Universidad Agraria Del Ecuador
Facultad De Ciencias Agrarias "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz"
Carrera de Computación

Objetivo: Analizar los parámetros críticos que afectan a los animales tales como condiciones ambientales, mediante técnicas de investigación para la obtención de los requerimientos funcionales del sistema.

No.	Actividad o Proceso	Existe	No Existe	Observación

1	Condiciones generales del área de hospitalización (limpieza, iluminación).
2	Disponibilidad y uso de jaulas o espacios de alojamientos prolongados.
3	Presencia de sistemas manuales o automáticos para conocer la temperatura ambiental.
4	Presencia de sistemas manuales o automáticos para conocer la humedad.
5	Métodos utilizados para medir la presencia de gas en las jaulas.
6	Prácticas actuales de ventilación en las jaulas (natural, artificial, con ventiladores, etc.).
7	Frecuencia con la que el personal veterinario verifica manualmente las condiciones ambientales.
8	Dificultades observadas por el personal en el manejo de animales dentro de las jaulas.
9	Si cuenta con medidas de seguridad implementadas para las jaulas.
10	Necesidades observadas o identificadas respecto al mejoramiento de las jaulas actuales.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 1

Formato Formulario Entrevista

Universidad Agraria Del Ecuador
Facultad De Ciencias Agrarias "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz"
Carrera de Computación

Entrevistado: Dra. Verónica Secaira
Entrevistadores: Córdova Tamayo Liliana Lizet, Baste Chapiro Alejandro Emilio
Tema del proyecto: Construcción de un Prototipo de una jaula inteligente para mascotas en la veterinaria VeryPet, **Cdla**. Ubicada en Vernaza Norte Mz. 4 villa 13, atrás del CC. Mall del Sol, Guayaquil – Ecuador.
Objetivo: Analizar los parámetros críticos que afectan a los animales tales como condiciones ambientales, mediante técnicas de investigación para la obtención de los requerimientos funcionales del sistema.

Formato de Formulario de entrevista

Preguntas:

1. ¿Qué problemas frecuentes enfrentan con las jaulas tradicionales para mascotas?
2. ¿Qué funciones adicionales considerarían útiles en una jaula inteligente (ej. monitoreo de temperatura, cámaras, sensores de movimiento, etc.)?
3. ¿Qué tipo de mascotas suelen alojar en jaulas dentro de la veterinaria (tamaño, especies, condiciones)?
4. ¿Cómo manejan actualmente el monitoreo del estado de salud y comportamiento de las mascotas en jaula?
5. ¿Qué nivel de automatización sería aceptable o deseado en el manejo de estas jaulas (alimentación automática, limpieza, registro de datos, etc.)?
6. ¿Qué aspectos les preocupan más cuando su mascota está en observación o tratamiento en una jaula en la veterinaria?
7. ¿Les gustaría poder recibir información en tiempo real sobre el estado de su paciente (temperatura, movimientos, alimentación, etc.)?
8. ¿Qué tan dispuestos estarían a pagar un extra por una jaula inteligente que mejore el confort y la seguridad de su paciente?
9. ¿Qué tan importante es para ustedes la posibilidad de ver a su paciente remotamente mediante una app o sistema de cámaras?
10. ¿Qué expectativas tienen respecto al confort, seguridad y cuidado de sus pacientes mientras está internada o en observación?

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 3: Resultados de la Técnica de recolección de información

Tabla 9.
Desarrollo Ficha de Observación

Universidad Agraria Del Ecuador
Facultad De Ciencias Agrarias "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz"
Carrera de Computación

Objetivo: Analizar los parámetros críticos que afectan a los animales tales como condiciones ambientales, mediante técnicas de investigación para la obtención de los requerimientos funcionales del sistema.

No.	Actividad o Proceso	Existe	No Existe	Observación
1	Condiciones generales del área de hospitalización (limpieza, iluminación).	x		Cuenta con condiciones medianamente eficientes.
2	Disponibilidad y uso de jaulas o espacios de alojamientos prolongados.	x		Cuenta con varias jaulas disponibles para varios pacientes a la vez
3	Presencia de sistemas manuales o automáticos para conocer la temperatura ambiental.		x	No cuenta con ningún sistema. Punto a tener en cuenta.
4	Presencia de sistemas manuales o automáticos para conocer la humedad.		x	No cuenta con ningún sistema. Punto a tener en cuenta
5	Métodos utilizados para medir la presencia de gas en las jaulas.		x	No cuenta con ningún sistema. Punto a tener en cuenta
6	Prácticas actuales de ventilación en las jaulas (natural, artificial, con ventiladores, etc.).	x		Cuenta con climatización artificial en general para toda el área.
7	Frecuencia con la que el personal veterinario verifica manualmente las condiciones ambientales.			Según lo observado el personal verifica a los animales cada cierto tiempo, aproximadamente intervalos de 1 hora, pero no siempre verifica las condiciones ambientales
8	Dificultades observadas por el personal en el manejo de animales dentro de las jaulas.	x		Se presenta dificultades ya que muchas veces está en consulta y no puede verificar las condiciones de la jaula, ya que necesitaría acercarse

9	Si cuenta con medidas de seguridad implementadas para las jaulas.	x	No cuenta con ninguna. Punto a tener en cuenta
10	Necesidades observadas o identificadas respecto al mejoramiento de las jaulas actuales.		Se necesita un método en el que el veterinario pueda saber las condiciones aún sin estar presente, también enfatizar en alimentación.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 10.
Desarrollo Formulario de entrevista

Universidad Agraria Del Ecuador
Facultad De Ciencias Agrarias "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz"
Carrera de Computación

Formulario de Entrevista

Entrevistado: Dra. Verónica Secaira
Entrevistadores: Córdova Tamayo Liliana Lizet, Baste Chapiro Alejandro Emilio
Tema del proyecto: Construcción de un Prototipo de una jaula inteligente para mascotas en la veterinaria VeryPet, **Cdla**. Ubicada en Vernaza Norte Mz. 4 villa 13, atrás del CC. Mall del Sol, Guayaquil – Ecuador.
Objetivo: Analizar los parámetros críticos que afectan a los animales tales como condiciones ambientales, mediante técnicas de investigación para la obtención de los requerimientos funcionales del sistema.

Preguntas	Respuestas	Análisis
¿Qué problemas frecuentes enfrentan con las jaulas tradicionales para mascotas?	Suelen retener humedad por los orines, lo que incomoda a los animales, además, uno no sabe los factores ambientales.	Es indispensable el uso de un sensor de humedad.

¿Qué funciones adicionales considerarían útiles en una jaula inteligente (ej. monitoreo de temperatura, cámaras, sensores de movimiento, etc.)?	Principalmente factores del ambiente ya que las mascotas no se pueden expresar como una persona, no se puede tomar temperatura constantemente y no se puede apagar y prender el aire.	Se requiere que se tomen los factores ambientales en tiempo real.
¿Qué tipo de mascotas suelen alojar en jaulas dentro de la veterinaria (tamaño, especies, condiciones)?	Perritos y gatitos, generalmente pequeños, muy pocos de raza grande y se quedan por internados después de una cirugía o un tratamiento controlado.	Orientar el sistema hacia perros y gatos, investigar sobre las condiciones de estos.
¿Cómo manejan actualmente el monitoreo del estado de salud y comportamiento de las mascotas en jaula?	Se chequea de vez en cuando a las mascotas.	Se realiza de forma manual, se requiere ayuda de algún sistema que permita al veterinario poder asentar observaciones.
¿Qué nivel de automatización sería aceptable o deseado en el manejo de estas jaulas (alimentación automática, limpieza, registro de datos, etc.)?	Un nivel bajo, ya que las mascotas por lo general están en un estado de alerta tranquila, no están en su habitat cotidiana y por lo tanto suelen estar calmados, pero en alerta.	Se necesita dispositivos pasivos que chequeen las condiciones y muy pocos dispositivos de actuación.
¿Qué aspectos les preocupan más cuando su mascota está en observación o tratamiento en una jaula en la veterinaria?	Que el animal no se sienta cómodo en la jaula, se quede sin alimentos o hidratación.	Hacer énfasis en dispositivos de alimentación.
¿Les gustaría poder recibir información en tiempo real sobre el estado de su paciente (temperatura, movimientos, alimentación, etc.)?	Sería ideal ya que ahorraría mucho tiempo en ir e inspeccionar a la mascota y su jaula.	Se necesita una plataforma de visualización de la información en tiempo real.

¿Qué tan dispuestos estarían a pagar un extra por una jaula inteligente que mejore el confort y la seguridad de su paciente?	Sí, ya que sería una mejora para la estadía de los pacientes y más seguridad a sus dueños.	Están a favor de disponer recursos con tal de mejorar la calidad de internamiento de los pacientes.
¿Qué tan importante es para ustedes la posibilidad de ver a su paciente remotamente mediante una app o sistema de cámaras?	Vigilar al animal a través de video no, ya que como se menciona no suelen estar muy activos, si se presenta algún ruido no sirve de mucho verlo, sino atender directamente el inconveniente.	Descartado usar cámaras o imagen en tiempo real.
¿Qué expectativas tienen respecto al confort, seguridad y cuidado de sus pacientes mientras está internada o en observación?	Esperamos que el paciente se encuentre en un lugar seguro y sobre todo cómodo para reducir su disconformidad al estar en un lugar diferente.	Habría que aparte de brindar comodidad mejorar la seguridad de las jaulas, una cerradura automática, por ejemplo.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 4: Fotografías de las técnicas de recopilación de información y clínica veterinaria

Figura 2
Visita a la veterinaria



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 3
Observación de procesos



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 4
Entrevista con la veterinaria



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 5
Observación de Jaulas empotradas



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 6
Observación de Paciente



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 5: Glosarios

Glosario LEL

Tabla 11.
Veterinario

Símbolo: Veterinario	**Tipo: Sujeto**

Noción:

- Individuo.
- Encargado de las actividades dentro del establecimiento.

Impacto:

- Ingresa la información de las mascotas
- Revisa parámetros ambientales.
- Monitorea las alertas

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 12.
Microcontrolador

Símbolo: Microcontrolador	**Tipo: Objeto**

Noción:

- Es el medio que procesa toda la información, maneja los dispositivos y realiza la conexión a internet.

Impacto:

- Controla el accionar y respuesta de los sensores y actuadores.
- Se encarga de la conexión a la base de datos y permite consultas.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 13.
Actuadores

Símbolo: Actuadores	**Tipo: Objeto**

Noción:

- Dispositivos a los que previamente se les ha establecido un parámetro de acción a realizar, en este caso son cerradura eléctrica, servomotor y extractor.

Impacto:

- Permite abrir la cerradura y poder ingresar/dar de alta a una mascota.
- Alimenta a la mascota según el tiempo establecido.
- Despeja el área de concentración de gases hasta que el veterinario la limpie.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 14.
Sensor de ruido

Símbolo: Sensor de ruido	**Tipo: Objeto**

Noción:

- Sensor que permite saber si hay presencias de ruido que puedan perturbar la comodidad de la mascota.

Impacto:

- Evita que el animal pueda sufrir molestias alertando al veterinario que las condiciones sonoras no son adecuadas.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 15.
Servomotor

Símbolo: Servomotor	**Tipo: Objeto**

Noción:

- Dispositivo que se encarga de distribuir el alimento a través de la activación de una compuerta.

Impacto:

- Abre la compuerta la cantidad de tiempo necesaria para que pase el alimento según la raza tamaño y peso que especifico el veterinario.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 16.
Sensor de nivel de agua sin contacto

Símbolo: Sensor de nivel de agua sin contacto	**Tipo: Objeto**

Noción:

- Dispositivo que va colocado junto al bebedero de líquidos del animal sin tener contacto con el líquido directamente.

Impacto:

- Permite al veterinario conocer el momento en el cual el animal necesita que se le rellene el agua, al veterinario también le puede ayudar a conocer un estimado de cuanta agua está bebiendo el animal.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 17.
Sensor de Gases

Símbolo: Sensor de gases	**Tipo: Objeto**

Noción:

- Dispositivo que permite saber si hay presencia de gases en el ambiente de la mascota.

Impacto:

- A través de este sensor se puede determinar si hay acumulación de gases producto de las necesidades fisiológicas de las mascotas.
- Ayuda a enviar una alerta sobre presencia de gases.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 18.
Sensor de Temperatura

Símbolo: Sensor de temperatura	**Tipo: Objeto**

Noción:

- Dispositivo encargado de medir la temperatura ambiente dentro del área donde se encuentra la mascota, permitiendo detectar variaciones térmicas que puedan afectar su bienestar.

Impacto:

- Dispositivo encargado de medir la temperatura ambiente dentro del área donde se encuentra la mascota, permitiendo detectar variaciones térmicas que puedan afectar su bienestar.
- Enviar alarma en caso de temperaturas anormales.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 19*.*
Sensor de Gases

Símbolo: Sensor de gases	**Tipo: Objeto**

Noción:

- Dispositivo que mide el nivel de humedad relativa en el entorno de la mascota, proporcionando información precisa sobre las condiciones ambientales del recinto.

Impacto:

- Contribuye a mantener un ambiente saludable evitando niveles de humedad excesivos o muy bajos que puedan afectar la salud del animal.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 20.
Monitoreo de Temperatura y Humedad

Símbolo: Monitorear temperatura y humidad	**Tipo: verbo**

Noción:

- Acción mediante la cual el sistema mide la temperatura del entorno donde se encuentra la mascota, utilizando la información obtenida por el sensor de temperatura.

Impacto:

- Contribuye a mantener un ambiente saludable evitando niveles de humedad excesivos o muy bajos que puedan afectar la salud del animal.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 6: Historia de Usuario/ Requisitos funcionales

Tabla 21.
Historias de Usuario

N°	
	Usuarios: Veterinario
1	Quiero registrar a los animales dentro del sistema para llevar un control individual de cada mascota.
2	Quiero acceder a los reportes de temperatura, humedad, gases y ruido para evaluar el estado del entorno.
3	Quiero verificar si el sistema activó correctamente los actuadores (extractor, servomotor o cerradura) según las lecturas de los sensores.
4	Quiero recibir alertas cuando los valores ambientales estén fuera del rango óptimo para actuar de inmediato.
5	Quiero registrar observaciones sobre el comportamiento del animal durante las pruebas para complementar el análisis de datos.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

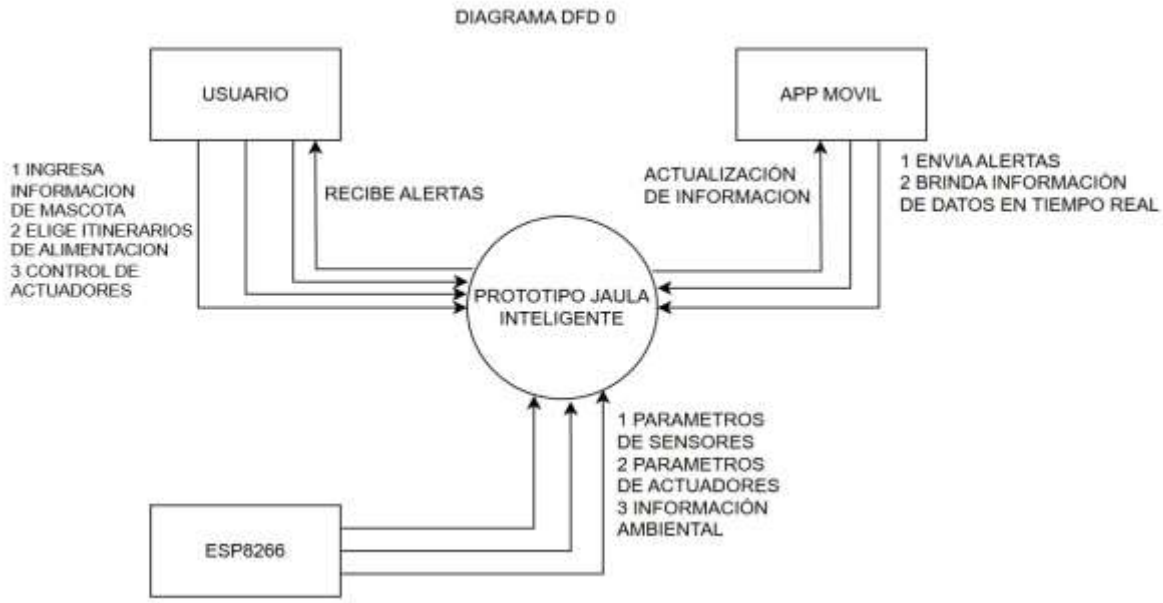
Tabla 22.
Requisitos funcionales

Nº	Requisito funcional	Descripción
RF1	**Registro de animales**	El sistema debe permitir registrar, editar y eliminar la información de cada mascota alojada en la jaula.
RF2	**Monitoreo de variables ambientales**	El sistema debe captar en tiempo real los valores de temperatura, humedad, gases y ruido dentro de la jaula.
RF3	**Activación automática de actuadores**	El sistema debe activar el servomotor o la cerradura eléctrica según los parámetros definidos por el veterinario.
RF4	**Envío de alertas**	El sistema debe notificar al veterinario o administrador cuando los valores ambientales excedan los límites establecidos.
RF5	**Control**	El usuario debe tener la opción de activar o desactivar los actuadores desde la interfaz de control.
RF6	**Registro de observaciones**	El sistema debe permitir ingresar comentarios u observaciones sobre el comportamiento del animal durante las pruebas.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 7: Diagrama de Contexto DFD 0, DFD 1

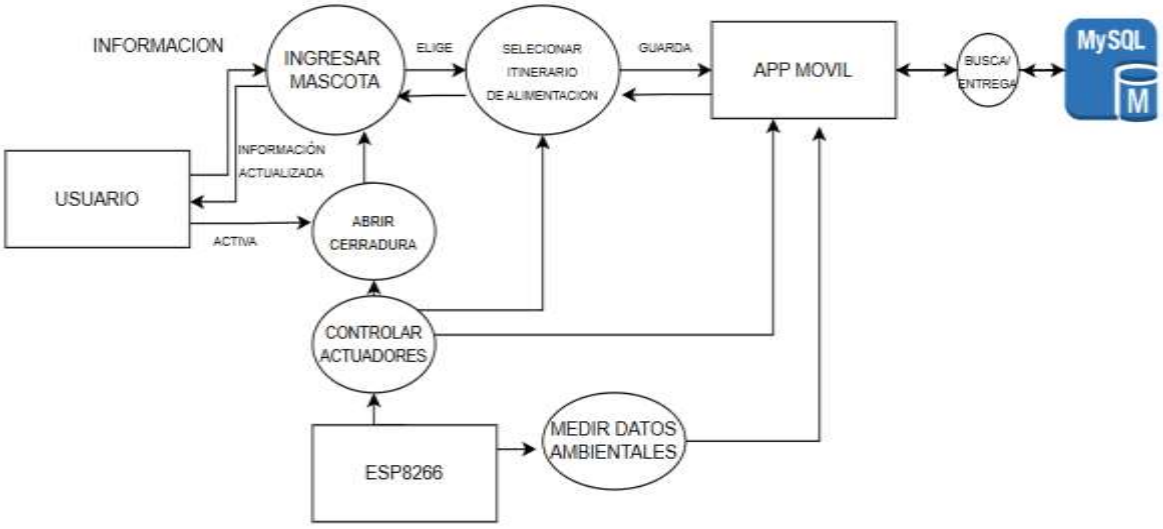
Figura 7
Diagrama de Contexto DFD 0



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura *8*

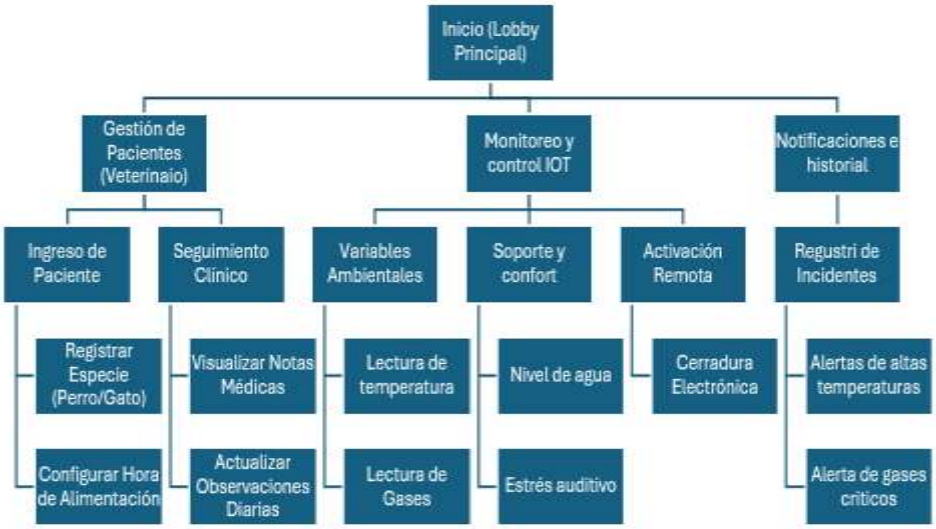
Diagrama DFD nivel 1



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 8: Esquema modular de la aplicación

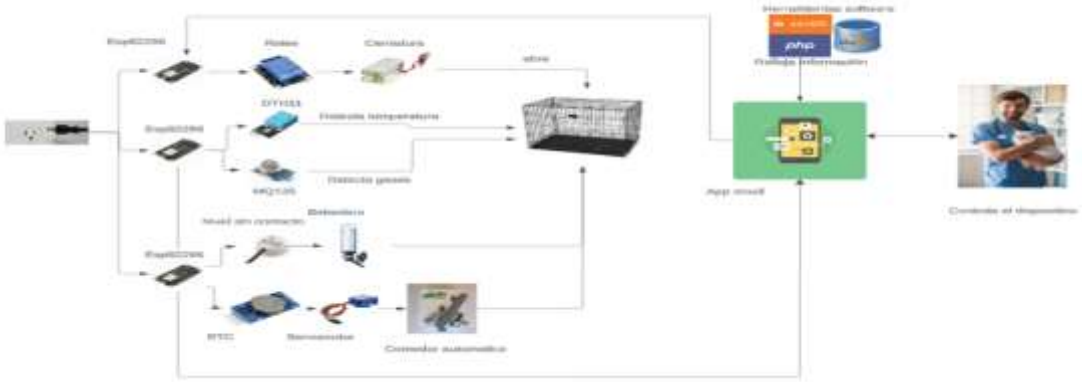
Figura 9
Esquema modular de la aplicación



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 9: Esquema de la arquitectura del prototipo

Figura 10
Esquema de la arquitectura y Conexiones



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 10: Diagramas de caso de usos

Figura 11
Caso de Uso*: *Ingreso de Paciente



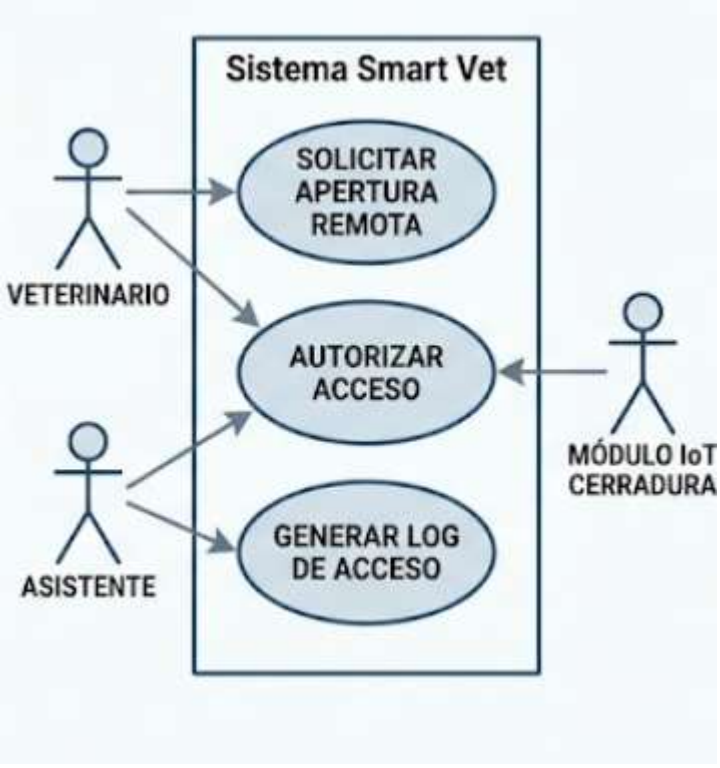
Nombre	Gestión de ingreso de paciente
Actor principal	Veterinario / Administrador
Precondición	El usuario debe haber ingresado en la app web y la jaula seleccionada debe estar disponible.

Descripción	Permite al veterinario registrar un nuevo paciente, configurando su especie y la hora de alimentación programada.
Flujo normal	1. El veterinario accede al panel de monitoreo de la jaula. 2. Selecciona la opción de ingreso de paciente. 3. Ingresa el nombre y especie del paciente. 4. Configura la hora de la próxima comida. 5. El usuario guarda los cambios. 6. El sistema verifica la información y ajusta automáticamente los umbrales de los sensores según la especie.
Flujo alternativo	Si al registrar al paciente se encuentran campos incompletos, el sistema omite el guardado y solicita completar los campos obligatorios.
Postcondición	La base de datos actualiza el estado de la jaula a ocupada y establece los umbrales de sensores automatizados.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 12

Caso de Uso: Apertura Remota



Nombre	Apertura remota de cerradura
Actor principal	Veterinario / Asistente
Precondición	El sistema IoT debe estar conectado a la red local y al servidor.

Descripción	Permite al personal accionar electrónicamente la cerradura de la jaula desde el panel de control web.
Flujo normal	1. El usuario accede a la vista de la jaula. 2. Hace clic en 'ABRIR CERRADURA AHORA'. 3. El sistema solicita confirmación. 4. El usuario confirma la apertura. 5. El sistema envía un comando (bandera = 1) a la base de datos. 6. El microcontrolador (ESP8266) detecta el comando, activa el relé físico por 2 segundos y reporta el éxito.
Flujo alternativo	Si el usuario cancela la acción en la confirmación web, el flujo se interrumpe y la puerta permanece asegurada.
Postcondición	El paciente queda accesible físicamente. El sistema registra una alerta de tipo 'ACCESO' en el historial de reportes.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 13

Caso de Uso: Consulta de Alertas



Nombre	Consulta de auditoría y alertas
Actor principal	Administrador / Veterinario jefe
Precondición	Deben existir registros previos de mediciones o anomalías en la base de datos.
Descripción	Permite al usuario revisar el registro histórico completo de eventos críticos ocurridos durante la hospitalización.

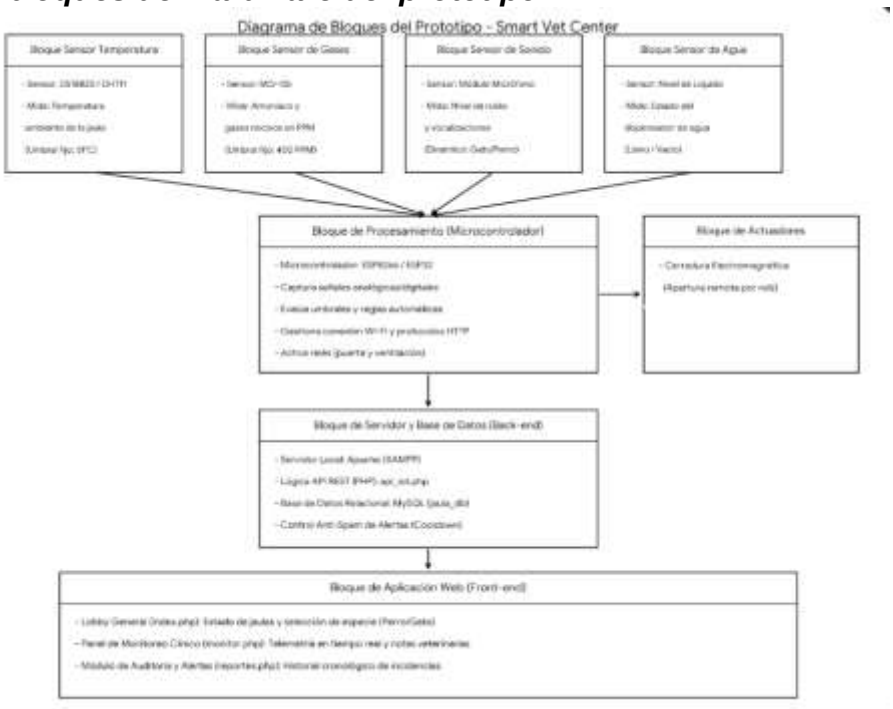
Flujo normal	1. El administrador accede al Lobby principal. 2. Hace clic en el módulo de 'Alertas'. 3. El sistema consulta la base de datos y recupera el historial. 4. El sistema despliega una tabla ordenada cronológicamente con la hora, tipo de alerta, detalle y valor. 5. El usuario puede refrescar la vista.
Flujo alternativo	Si la base de datos no contiene eventos registrados, el sistema muestra la tabla con el mensaje 'Sin alertas registradas'.
Postcondición	El usuario obtiene un panorama claro de los incidentes ocurridos sin alterar los datos de la base de datos.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 11: Diagrama de bloque, Entidad relación

Figura 14

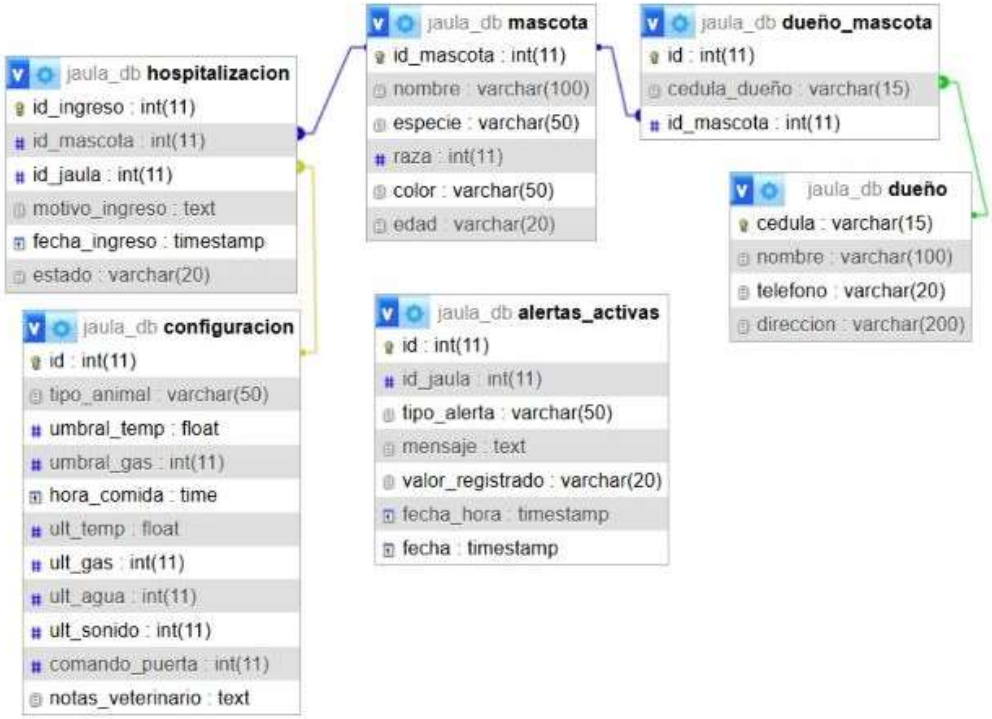
Diagrama de bloques del hardware del prototipo



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 15

Diagrama entidad relación del prototipo



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 12: Diccionario de datos

Tabla 23

Diccionario de alertas_activas

Empresa:	Veterinaria VeryPet		Sistema:	Smart Vet Center
Nombre:	alertas_activas			
N Filas:	6		Fecha:	2026
Descripción:	Contiene historial cronológico de anomalías y eventos críticos			

Nº	Tipo	Campo	Descripción	Formato	Reglas de Validación
1	P	id	Identificador único del registro de alerta	N	Debe existir y ser único
2	F	id_jaula	Identificador de la jaula asociada al evento	N	Debe existir en configuración
3	E	tipo_alerta	Clasificación del evento crítico registrado	X	No puede estar vacío
4	E	mensaje	Detalle descriptivo de la anomalía	X	No puede estar vacío

5	E	valor_registrado	Magnitud numérica capturada por el sensor	N	Debe ser valor numérico válido
6	E	fecha	Marca temporal del evento registrado	F	Generada automáticamente
Tipo:	P: Clave Primaria	F: Clave Foránea E: Elemento de dato	Formato:	N: Numérico	X: Alfanumérico H: Hora L: Lógico F: Fecha

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 24

Diccionario de tabla configuración

Empresa:	Veterinaria VeryPet		Sistema:	Smart Vet Center
Nombre:	configuración			
N Filas:	11		Fecha:	2026
Descripción:	Contiene información operativa, umbrales y estado actual de las jaulas			

Nº	Tipo	Campo	Descripción	Formato	Reglas de Validación
1	P	id	Identificador único de la jaula	N	Debe existir y ser único
2	E	tipo_animal	Especie del paciente (Perro / Gato / Ninguno)	X	Solo valores permitidos
3	E	umbral_temp	Límite máximo de temperatura permitida (°C)	N	Debe ser un valor decimal válido
4	E	umbral_gas	Límite máximo de gases nocivos (PPM)	N	Debe ser valor numérico entero
5	E	hora_comida	Hora programada para dispensador de alimento	H	Debe registrarse en formato válido
6	E	comando_puerta	Bandera lógica de control de cerradura	N	Acepta 0 (Cerrada) o 1 (Abierta)
7	E	notas_veterinario	Observaciones clínicas del paciente	X	Texto libre permitido
8	E	ult_temp	Última temperatura registrada por telemetría	N	Debe ser valor numérico válido
9	E	ult_gas	Última concentración de gas registrada	N	Debe ser valor numérico válido
10	E	ult_sonido	Último nivel de ruido o estrés registrado	N	Debe ser valor numérico válido
11	E	ult_agua	Estado del dispensador de agua (Lleno/Vacío)	L	Acepta valor lógico (0 o 1)
Tipo:	P: Clave Primaria	F: Clave Foránea E: Elemento de dato	Formato:	N: Numérico	X: Alfanumérico H: Hora L: Lógico F: Fecha

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 25

Diccionario de tabla dueño

Empresa:	Veterinaria VeryPet		Sistema:	Smart Vet Center
Nombre:	dueño			
N Filas:	4		Fecha:	2026
Descripción:	Contiene información del contacto y datos.			

Nº	Tipo	Campo	Descripción	Formato	Reglas de Validación
1	P	cédula	Identificador único (Cédula de identidad)	X	Debe tener exactamente 10 dígitos numéricos
2	E	nombre	Nombre completo del responsable	X	No puede estar vacío
3	E	teléfono	Número de teléfono de contacto	X	Debe registrarse correctamente
4	E	dirección	Dirección de residencia del dueño	X	Texto libre permitido
Tipo:	P: Clave Primaria	F: Clave Foránea E: Elemento de dato	Formato:	N: Numérico	X: Alfanumérico H: Hora L: Lógico F: Fecha

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 26

Diccionario de tabla mascota

Empresa:	Veterinaria VeryPet		Sistema:	Smart Vet Center
Nombre:	mascota			
N Filas:	6		Fecha:	2026
Descripción:	Contiene información de relevancia sobre la mascota			

Nº	Tipo	Campo	Descripción	Formato	Reglas de Validación
1	P	id_mascota	Identificador único de la mascota	N	Debe existir y ser único
2	E	nombre	Nombre del paciente veterinario	X	No puede estar vacío
3	E	especie	Especie del animal (Perro / Gato)	X	Solo valores permitidos

4	E	raza	Código numérico representativo de la raza	N	Debe ser valor numérico entero (1, 2, 3)
5	E	color	Color o características del pelaje	X	Texto libre permitido
6	E	edad	Edad de la mascota (Ej: 2 años)	X	Texto libre permitido
Tipo:	P: Clave Primaria	F: Clave Foránea E: Elemento de dato	Formato:	N: Numérico	X: Alfanumérico H: Hora L: Lógico F: Fecha

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 27

Diccionario de tabla dueño_mascota

Empresa:	Veterinaria VeryPet		Sistema:	Smart Vet Center
Nombre:	dueño_mascota			
N Filas:	3		Fecha:	2026
Descripción:	Tabla intermedia que establece la relación entre el dueño y sus mascotas			

Nº	Tipo	Campo	Descripción	Formato	Reglas de Validación
1	P	id	Identificador único del registro de relación	N	Debe existir y ser único
2	F	cedula_dueño	Cédula del dueño responsable	X	Debe existir en tabla dueño
3	F	id_mascota	Identificador de la mascota	N	Debe existir en tabla mascota
Tipo:	P: Clave Primaria	F: Clave Foránea E: Elemento de dato	Formato:	N: Numérico	X: Alfanumérico H: Hora L: Lógico F: Fecha

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 28

Diccionario de tabla hospitalización

Empresa:	Veterinaria VeryPet		Sistema:	Smart Vet Center
Nombre:	hospitalización			
N Filas:	6		Fecha:	2026
Descripción:	Contiene historial de ingreso y estado clínico en las jaulas			

Nº	Tipo	Campo	Descripción	Formato	Reglas de Validación
1	P	id_ingreso	Identificador único del ingreso clínico	N	Debe existir y ser único
2	F	id_mascota	Identificador de la mascota ingresada	N	Debe existir en tabla mascota
3	F	id_jaula	Identificador de la unidad/jaula asignada	N	Debe existir en tabla configuración
4	E	motivo_ingreso	Descripción médica o diagnóstico de ingreso	X	No puede estar vacío
5	E	fecha_ingreso	Marca temporal de la admisión	F	Generada automáticamente
6	E	estado	Estado actual (hospitalizado / de_alta)	X	Acepta valores definidos
Tipo:	P: Clave Primaria	F: Clave Foránea E: Elemento de dato	Formato:	N: Numérico	X: Alfanumérico H: Hora L: Lógico F: Fecha

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 13: Análisis de componentes

Tabla 29.
Análisis microcontrolador

Parámetro	ESP8266 NodeMCU
Memoria (RAM)	160 KB (SRAM)
Tipo de procesador	Procesador Tensilica L106 de 32 bits
Memoria ROM	4 MB (Flash, en algunos modelos hasta 16 MB)
Memoria Cache	32 KB (I-Cache)
Cantidad de puertos	17 pines (11 GPIO, 1 ADC, UART, I2C, SPI)
Voltaje de alimentación	5V (USB) o 3.3V (Pin Vin)

Voltaje de salida	3.3V en todos los pines GPIO
Tipos de puertos	GPIO, PWM, UART, I2C, SPI, ADC, I2S
Adaptadores	Adaptador WiFi integrado (802.11 b/g/n)

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 30.
Análisis del sensor de temperatura y humedad

Parámetro	DHT11
Rango de temperatura	0°C a 50°C
Precisión de temperatura	+-2.0°C
Rango de humedad	20% a 90% RH
Precisión de humedad	+-5% RH
Voltaje de alimentación	5V (USB) o 3.3V (Pin Vin)
Tipo de salida	Digital
Voltaje de salida	3.3V en todos los pines GPIO
Frecuencia de muestreo	1 Hz

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 31.
Análisis del sensor de calidad de aire

Parámetro	MQ135
Gases de mayor sensibilidad	Amoníaco (), Dióxido de Carbono (), Benceno
Rango de detección	10 a 10000 ppm
Precisión de humedad	5V+- 0.1V AC o DC
Consumo de energía	Aprox 800mW
Tipos de salida	Digital y analógica

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 32.
Análisis del sensor de nivel de agua

Parámetro	XKC-Y25
Principio de medición	Capacitivo (Sin contacto)
Instalación	Adherido al exterior del recipiente plástico
Voltaje de alimentación	5V a 24V DC
Riesgo de contaminación	Nulo (Ideal para bebederos de pacientes)
Sensibilidad	Ajustable mediante potenciómetro interno

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 33.
Análisis del sensor de sonido

Parámetro	KY-037 / FC-04
Componente receptor	Micrófono Electret
Voltaje de alimentación	3.3V a 5V
Tipos de salida	Analógica (Voltaje lineal) y Digital (Umbral)
Ajuste de sensibilidad	Mediante potenciómetro integrado (Tornillo)
Objetivo de lectura	Detección de picos de ruido (Ladridos)

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 34.
Análisis del actuador de la cerradura electrónica

Parámetro	Cerradura Solenoide NC

Estado en reposo (Sin energía)	Pestillo extraído (Puerta bloqueada)
Voltaje de activación	Generalmente 12V DC (Vía Relé en D5)
Comportamiento ante corte de luz	Segura: El paciente se mantiene confinado
Señal de control	Pulso digital (LOW activa el relé)
Consumo energético	Solo consume energía durante el segundo de apertura

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 35.
Análisis del actuador del dispensador de comida

Parámetro	Micro Servo SG90
Torque (Fuerza)	1.8 kg/cm (a 4.8V)
Material de engranajes	Plástico (Nylon)
Peso del componente	9 gramos
Rango de rotación	180 grados
Voltaje de operación	4.8V a 6.0V
Señal de control	Modulación por ancho de pulsos (PWM)

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

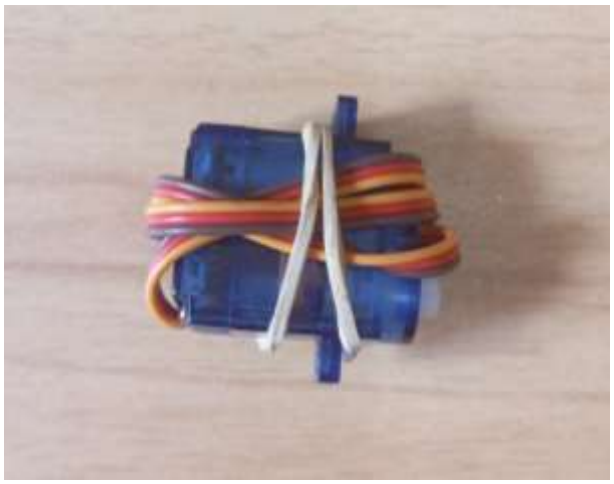
Anexo N° 14: Foto de componentes

Figura 16
Sensor de sonido



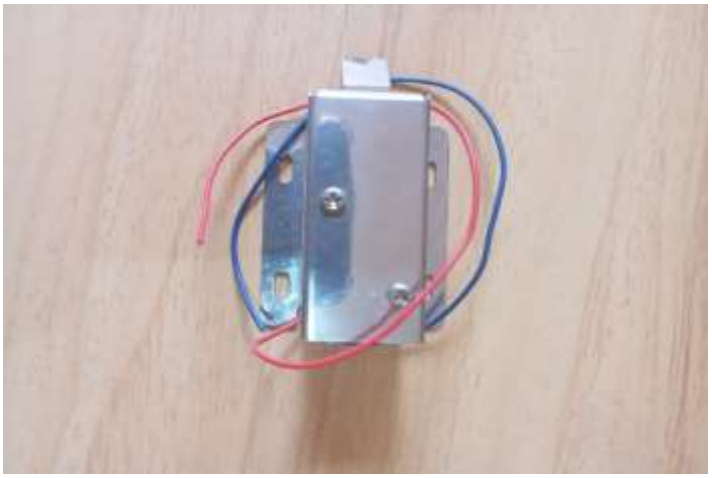
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 17
Servomotor



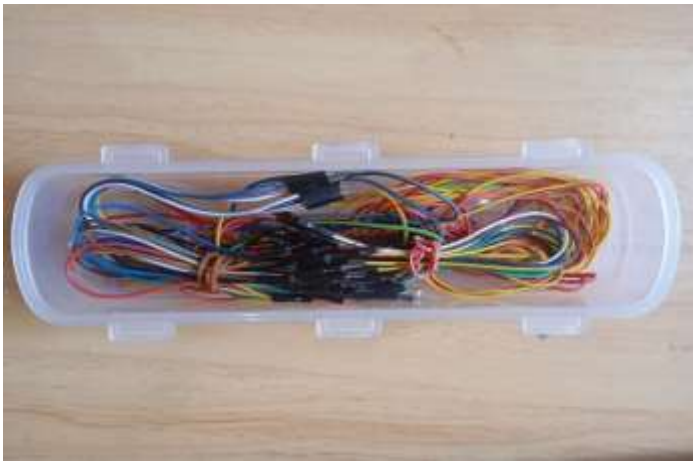
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 18
Cerradura Electrónica



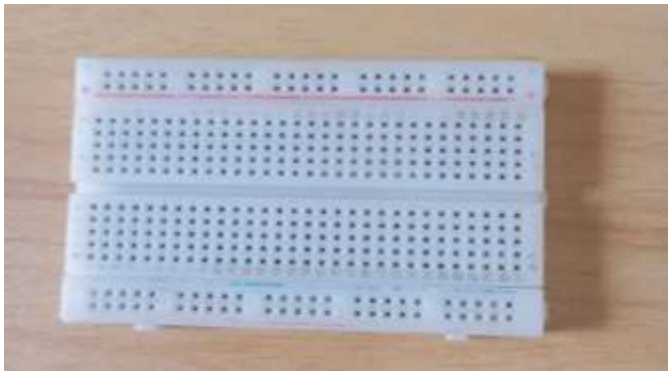
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 19
Jumpers



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 20
Protoboard



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Figura 21
Microcontrolador



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 15: Formato Preguntas de Evaluación/ Registro repetición de pruebas

Universidad Agraria Del Ecuador
Facultad De Ciencias Agrarias "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz"
Carrera de Computación

Preguntas de Evaluación

Tabla 36.
Preguntas de Evaluación

N°	Pregunta de funcionamiento	Sí	No
1	¿El sistema reconoce correctamente el elemento?	☐	☐
2	¿La alarma se activa cuando corresponde?	☐	☐
3	¿La comunicación entre módulos se mantiene estable?	☐	☐
4	¿La respuesta del dispositivo es inmediata?	☐	☐
5	¿El sistema registra correctamente el evento?	☐	☐
6	¿El usuario puede interactuar en tiempo real?	☐	☐

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Universidad Agraria Del Ecuador
Facultad De Ciencias Agrarias "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz"
Carrera de Computación

Registro de repetición de pruebas

Tabla 37.
Registro de repetición de pruebas

Nº de prueba	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total de "Sí"	Observaciones
1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	____	_____
2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	____	_____
3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	____	_____
4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	____	_____
5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	____	_____
6	...	...	...	...	...	...	....	....

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 16: Registro de Pruebas de los módulos individuales

Tabla 38.
Pruebas Módulo 1 Monitoreo Ambiental

Nº de prueba	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total de "Sí"	Observaciones
1	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	4	No se activa, no es inmediata
2	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	4	No hay estabilidad
3	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	4	Mejorar conexión
4	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
5	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
6	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
7	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
8	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 39.
Pruebas Módulo 2 Alimentación e Hidratación

Nº de prueba	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total de "Sí"	Observaciones
1	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
2	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
3	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
4	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
5	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
6	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
7	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
8	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto

Elaborado por: Baste y Córdova, 2025

Tabla 40.
Pruebas Módulo 3 Seguridad Perimetral y Acceso

Nº de prueba	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total de "Sí"	Observaciones
1	No	No	No	No	Sí	Sí	2	Falla el relee
2	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	5	No hay estabilidad
3	No	No	Sí	No	Sí	Sí	3	Mejorar conexión
4	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	4	Fallos en conexión
5	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto
6	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	5	No detecta el relee
7	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto

Nº de prueba	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total de “Sí”	Observaciones
8	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6	Correcto

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 17: Encuesta de Satisfacción

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA COMPUTACIÓN
ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

Encuestadores: Baste Chapiro Alejandro Emilio, Córdova Tamayo Liliana Lizet

Encuestados: Dueña de la veterinaria “VeryPet”

Objetivo de la Encuesta: Evaluar la satisfacción del usuario con respecto al prototipo de la jaula y la aplicación web móvil.

Indicaciones: En cada pregunta indique adecuadamente seleccionando una opción en la escala de 1 a 5, donde:

1	Muy en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Muy de acuerdo

1. **¿La interfaz del panel web es intuitiva y facilita el proceso de ingreso y configuración de un nuevo paciente?**

1. Muy en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Neutral	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo

2. **¿Confía usted en la precisión y estabilidad de los datos ambientales reportados por los sensores en tiempo real (temperatura, gases, ruido)?**

1. Muy en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Neutral	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo

3. **¿Las notificaciones automáticas y el registro del historial clínico se generan de manera oportuna ante cualquier evento crítico?**

1. Muy en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Neutral	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo

4. **¿La automatización del dispensador de alimento y la vigilancia del nivel de agua mejoran de forma tangible la atención de las necesidades básicas del paciente?**

1. Muy en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Neutral	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo

5. **¿El ajuste automático del umbral de estrés auditivo dependiendo de la especie ingresada resulta ser una herramienta clínica útil?**

1. Muy en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Neutral	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo

6. **¿La integración de actuadores, como la cerradura electrónica aporta mayor seguridad y control operativo al área de hospitalización?**

1. Muy en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Neutral	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo

7. **¿De manera general, el monitoreo autónomo de esta jaula reduce la carga de trabajo repetitivo, permitiendo al personal dedicar más tiempo a la atención médica directa?**

1. Muy en desacuerdo	2. En desacuerdo	3. Neutral	4. De acuerdo	5. Muy de acuerdo

Anexo N° 18: Análisis de la encuesta de Satisfacción

Tabla 41.
Respuestas de las opciones de la pregunta 1

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1. Muy en desacuerdo	0	0%
2. En desacuerdo	0	0%
3. Neutral	0	0%
4. De acuerdo	1	100%
5. Muy de acuerdo	0	0%
Total	1	100%

Frecuencia y porcentaje de la pregunta 1
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Análisis: El 100% está "De acuerdo" en que la interfaz el intuitiva, no se obtuvo la máxima calificación ya que al ser una aplicación desconocida se necesita familiarizarse más con ella.

Tabla 42.
Respuestas de las opciones de la pregunta 2

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1. Muy en desacuerdo	0	0%
2. En desacuerdo	0	0%
3. Neutral	0	0%
4. De acuerdo	0	0%
5. Muy de acuerdo	1	100%

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Total	1	100%

Frecuencia y porcentaje de la pregunta 2
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Análisis: El 100% está "Muy de acuerdo" lo que da a entender que la aplicación genera una fiabilidad de los datos ambientales que se asemejan a la realidad, como se muestra en los datos cada componente tiene margen de error pero el veterinario confía en estos.

Tabla 43.
Respuestas de las opciones de la pregunta 3

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1. Muy en desacuerdo	0	0%
2. En desacuerdo	0	0%
3. Neutral	0	0%
4. De acuerdo	0	0%
5. Muy de acuerdo	1	100%
Total	1	100%

Frecuencia y porcentaje de la pregunta 3
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Análisis: El 100% está "Muy de acuerdo" en que las notificaciones y el historial están disponibles de manera oportuna y se envían cuando es necesario aunque el sistema de notificaciones en la aplicación se tiene que mejorar aún más.

Tabla 44.
Respuestas de las opciones de la pregunta 4

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1. Muy en desacuerdo	0	0%
2. En desacuerdo	0	0%

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
3. Neutral	0	0%
4. De acuerdo	0	0%
5. Muy de acuerdo	1	100%
Total	1	100%

Frecuencia y porcentaje de la pregunta 4
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Análisis: El 100% está "Muy de acuerdo" en que el tema del manejo de la alimentación le ayuda a que la persona ya no tenga que estar pendiente de estos factores, sino que lo deje puesto en la aplicación para continuar dedicándole tiempo directamente al paciente.

Tabla 45.
Respuestas de las opciones de la pregunta 5

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1. Muy en desacuerdo	0	0%
2. En desacuerdo	0	0%
3. Neutral	0	0%
4. De acuerdo	0	0%
5. Muy de acuerdo	1	100%
Total	1	100%

Frecuencia y porcentaje de la pregunta 5
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Análisis: El 100% está "Muy de acuerdo" en que la manera en que los rangos se ajusten dependiendo de la mascota sea automática, de esta forma el personal no tendrá que estar pensando en si afectará el sonido o no a cierto tipo de animal, sino que la información y la notificación se hará por medio de la aplicación.

Tabla 46
Respuestas de las opciones de la pregunta 6

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1. Muy en desacuerdo	0	0%
2. En desacuerdo	0	0%
3. Neutral	0	0%
4. De acuerdo	0	0%
5. Muy de acuerdo	1	100%
Total	1	100%

Frecuencia y porcentaje de la pregunta 6

Análisis: El 100% está "Muy de acuerdo" que la cerradura electrónica brinda mayor seguridad ya que anteriormente se sujetaba con una liga plástica, con la cerradura se necesita doble confirmación para poder abrirla además que el animal no la puede abrir desde adentro.

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Tabla 47
Respuestas de las opciones de la pregunta 7

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
1. Muy en desacuerdo	0	0%
2. En desacuerdo	0	0%
3. Neutral	0	0%
4. De acuerdo	0	0%
5. Muy de acuerdo	1	100%
Total	1	100%

Frecuencia y porcentaje de la pregunta 7
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Análisis: El 100% está "Muy de acuerdo" en que tareas como verificar la temperatura cada cierto tiempo, verificar el agua, entre otras ahora es menos frecuente ya que en vez de levantarse hacia el área de las jaulas a ver físicamente los pacientes pueden chequear las condiciones a través de la aplicación y dedicar el tiempo a generar mejores resultados en su diagnóstico o tratamiento.

Anexo N° 19: Servidor local y rutas

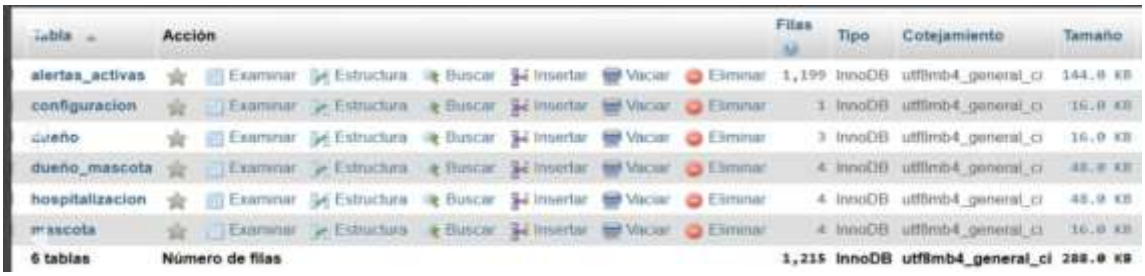
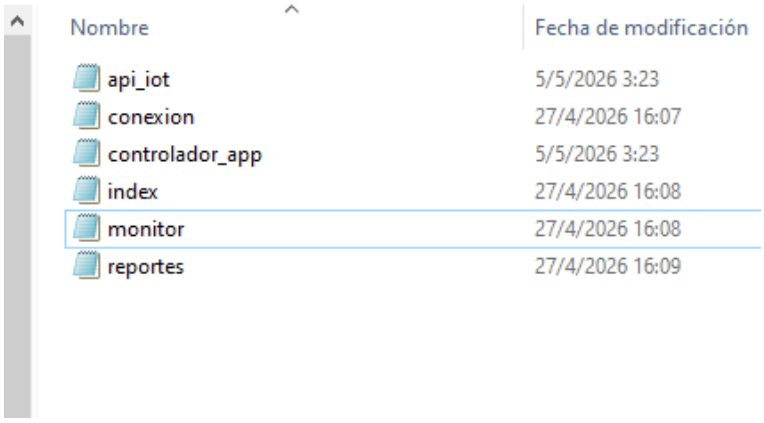


Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño
alertas_activas	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1,199	InnoDB	utf8mb4_general_ci	144.0 KB
configuracion	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB
dueño	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	3	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB
dueño_mascota	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	48.0 KB
hospitalizacion	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	48.0 KB
mascota	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB
6 tablas	Número de filas	1,215	InnoDB	utf8mb4_general_ci	288.0 KB

Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Servidor local

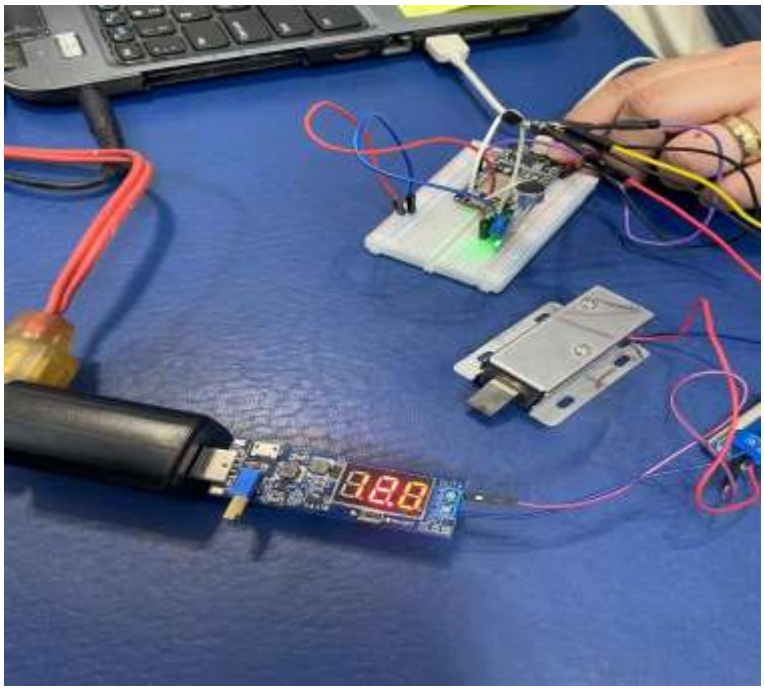


Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

Anexo N° 20: Avances y ensamble



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026



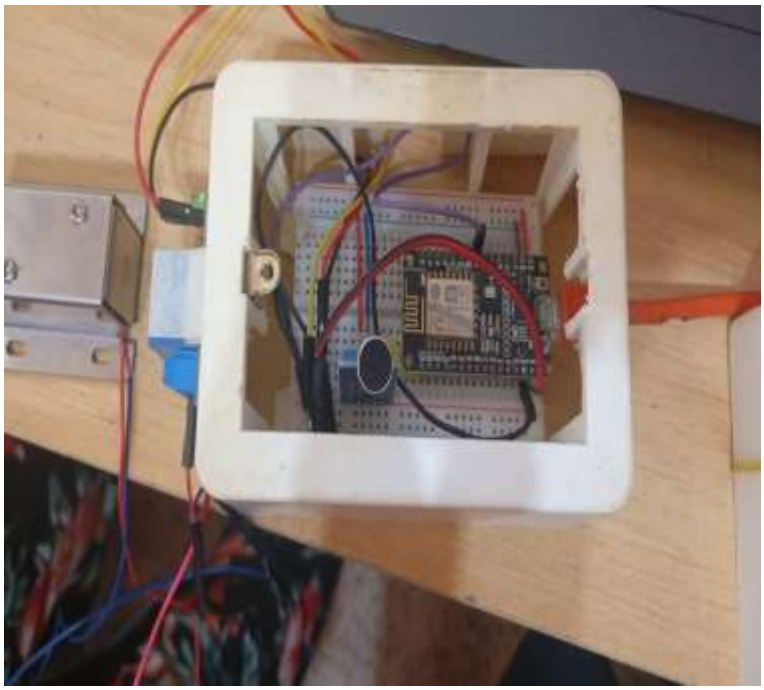
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026



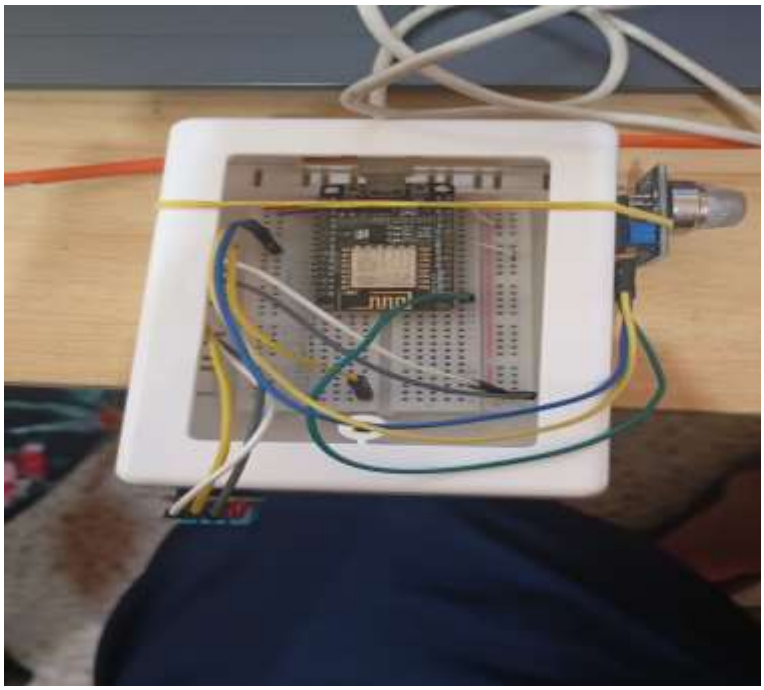
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026



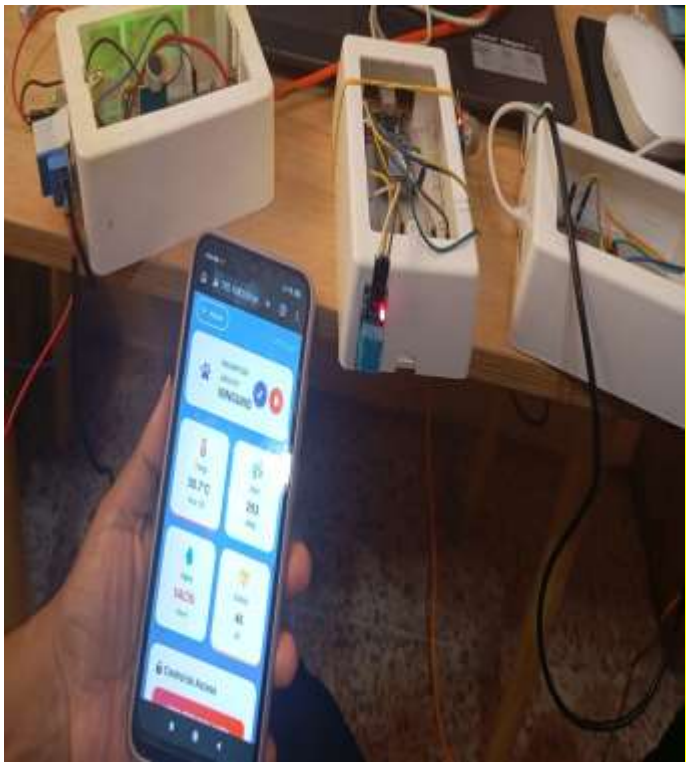
Elaborado por: Baste y Córdova, 2026



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026



Elaborado por: Baste y Córdova, 2026

APÉNDICES

Apéndice N°1: Manual de Usuario – Aplicativo Web Móvil

Introducción

Bienvenido al sistema Smart Vet Center. Esta plataforma ha sido diseñada para asistir al personal médico en el cuidado continuo de los pacientes hospitalizados. El sistema automatiza la vigilancia ambiental, el suministro de alimento y la seguridad, permitiéndole a usted enfocarse en la atención médica directa.

Ingresar al aplicativo



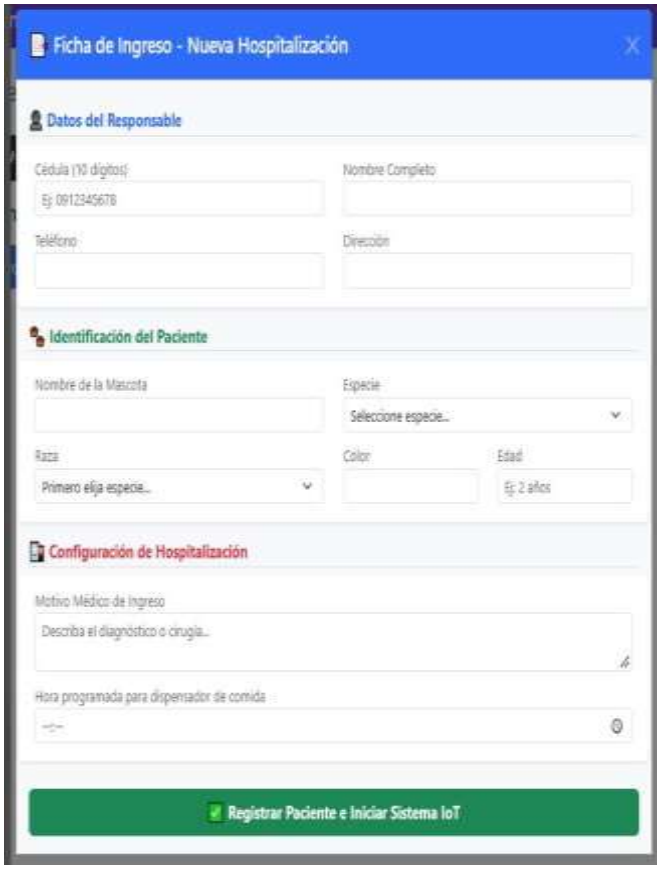
Para poder ingresar al aplicativo web móvil se debe verificar que el teléfono se encuentre conectado a la misma red wifi en la que está el anfitrión de la aplicación.

Una vez en la misma red se tiene que ingresar desde el teléfono, android o ios a cualquier navegador y en la barra de búsqueda ingresar 192.168.0.8/jaula

Como es un aplicativo local al cual solo accede personal autorizado a esa red no requiere de credenciales de acceso.

Una vez adentro se observa el lobby de las jaulas.

Ingresar al paciente



Cuando reciba a un animal para hospitalización, siga estos pasos para activar la jaula inteligente:

1. En el Lobby, seleccione una jaula disponible y haga clic en el botón de Configurar / Ingresar Paciente (ícono de lápiz).
2. Se abrirá un formulario. En el menú desplegable ingrese los datos del dueño/encargado del paciente.
3. Ingrese nombre, seleccione la especie, raza, color y establezca la edad del paciente.
4. Agregue un motivo de ingreso con datos relevantes.
5. Seleccione la especie del paciente.
6. Establezca el horario de alimentación.
7. Guarde la información.

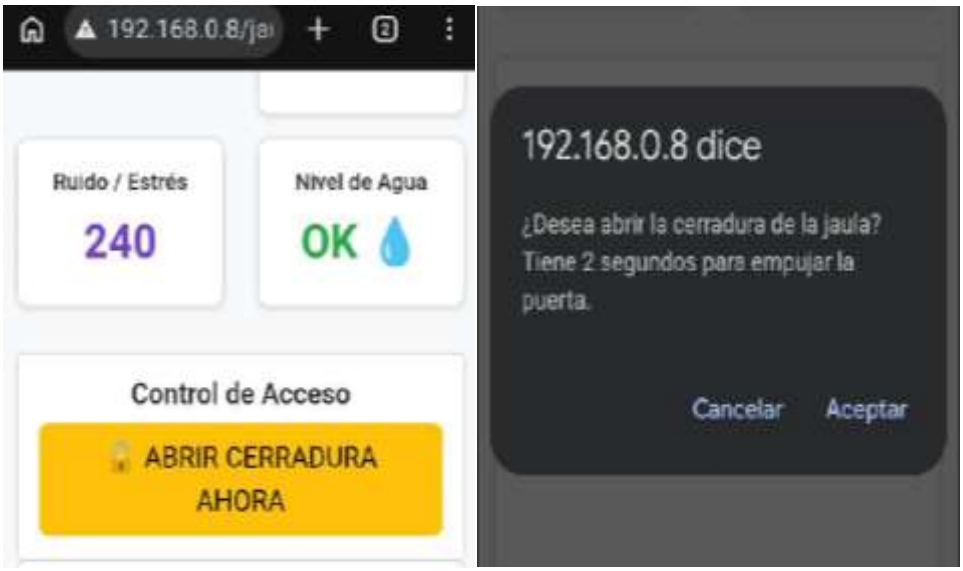
Panel de Monitoreo Clínico



Una vez ingresado el paciente, al hacer clic sobre su jaula, entrará al panel de telemetría en tiempo real. Aquí podrá observar:

- **Temperatura:** Vigila el clima interior. Si supera los 31°C, el sistema encenderá los ventiladores automáticamente para refrescar al paciente.
- **Calidad del Aire:** Mide la concentración de gases (como amoníaco por orina). Si es muy alta, activará la extracción de aire.
- **Nivel de Agua:** Le avisará con un indicador visual si el bebedero se ha quedado vacío.
- **Nivel de Ruido:** Le indicará si el paciente está llorando o ladrando en exceso (posible estrés o dolor).

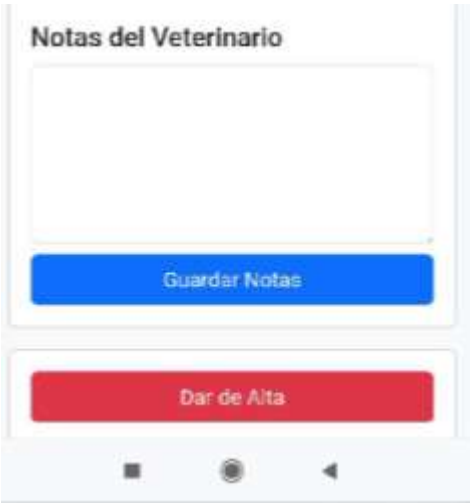
Abrir Cerradura



Para acceder físicamente al paciente para revisión o limpieza, no necesita buscar llaves:

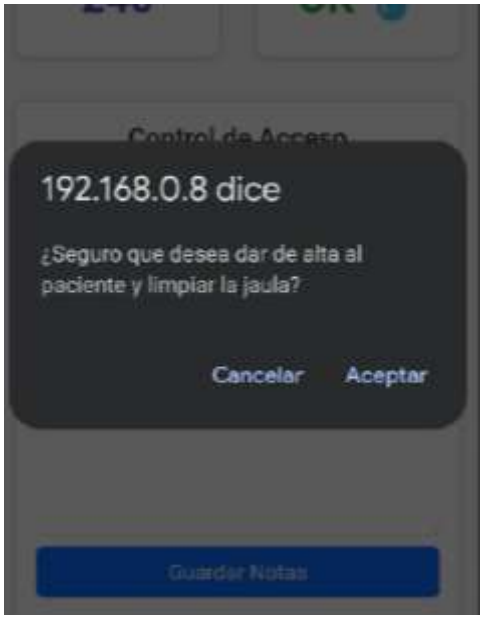
1. Ubique el botón **ABRIR CERRADURA AHORA** en el panel de monitoreo.
2. Haga clic y confirme la acción.
3. Escuchará un "clic" en la jaula; tiene 2 segundos para empujar la puerta antes de que vuelva a asegurarse automáticamente.

Notas del Veterinario



En la parte inferior del panel encontrará un bloc de notas. Utilícelo para escribir instrucciones de medicación, diagnósticos o indicaciones para el siguiente turno. Solo escriba el texto y presione **Guardar Notas**.

Dar el alta



Cuando el paciente esté listo para ir a casa:

1.Ingrese al panel de la jaula.

2.Busque el **botón rojo** que dice **Dar de Alta**.

3.Confirme la acción. El sistema borrará las notas, detendrá las alarmas y marcará la jaula en color verde (Disponible) en el Lobby principal.

Historial y alertas



Si usted estuvo ocupado en cirugía o fuera de turno, puede revisar todo lo que ocurrió con los pacientes:

1.En el menú principal, haga clic en el apartado de Reportes o Alertas.

2.Verá una tabla ordenada por fecha y hora exacta con todos los eventos importantes (ej. "Alta temperatura detectada", "El dispensador de agua se vació", "Puerta abierta remotamente").

3.Utilice esta información para complementar la historia clínica del paciente.

Apéndice N°2: Manual Técnico

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA COMPUTACIÓN

PROTOTIPO DE UNA JAULA INTELIGENTE PARA MASCOTAS EN LA VETERINARIA VERYPET

Elaborado por: Baste y Córdova

Febrero de 2026

1. Arquitectura del Sistema

El proyecto Smart Vet Center está desarrollado bajo una arquitectura IoT (Internet de las Cosas) de tres capas principales, diseñada para garantizar una comunicación bidireccional en tiempo real entre el hardware físico y la interfaz de usuario:

Capa de Hardware: Compuesta por un microcontrolador con conectividad Wi-Fi (ESP8266), encargado de leer los sensores ambientales y ejecutar acciones físicas a través de módulos relé.

Capa Lógica y de Servidor (Back-end): Servidor local Apache ejecutando scripts en PHP para procesar las peticiones HTTP y un motor de base de datos relacional MySQL (MariaDB) para la persistencia de datos.

Capa de Presentación (Front-end): Interfaz web responsiva construida con HTML5, CSS3 (framework Bootstrap 5) y JavaScript para renderizado asíncrono.

2. Requisitos de Entorno y Despliegue

Para la correcta ejecución del servidor central de la clínica, se requieren las siguientes especificaciones técnicas:

Software de Servidor: Paquete XAMPP, WAMP o LAMP(Si se desea realizarlo en una distro Linux).

Lenguaje Lógico: PHP 7.4 o superior.

Base de Datos: MySQL 5.7+ o MariaDB.

Navegador Web: Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari o Microsoft Edge (con soporte para ES6+).

Red: Conexión de red local (LAN/WLAN) configurada con IP estática para el servidor principal, garantizando que los módulos IoT siempre encuentren el destino.

3. Modelo de Base de Datos (jaula_db)

El sistema utiliza un modelo relacional ligero optimizado para operaciones rápidas de lectura/escritura (I/O) generadas por los microcontroladores.

4. Estructura Modular del Software

El código fuente está dividido bajo un patrón que separa el procesamiento interno, la comunicación IoT y las vistas del cliente en 6 scripts PHP:

- conexion.php: Modulo de instancia única que establece la conexión por MySQLi con la base de datos usando las credenciales del servidor local.
- index.php: Panel de control principal (Lobby). Dibuja el arreglo dinámico de las jaulas disponibles y gestiona el modal para el alta inicial del paciente.
- monitor.php: Dashboard de telemetría. Utiliza funciones asíncronas de JavaScript para actualizar los valores de los sensores cada 2000 milisegundos sin necesidad de recargar la página web.

- reportes.php: Interfaz tabular de solo lectura que extrae los datos de la tabla alertas_activas mediante cláusulas de ordenamiento descendente para presentar auditorías cronológicas.

- controlador_app.php: Gestor de peticiones de la interfaz web. Recibe y sanitiza los datos POST de los formularios web, actualiza los umbrales (Perfil de Especie) y procesa los clics en botones de actuadores.

- api_iot.php: Punto de enlace RESTful exclusivo para el hardware físico. Contiene la lógica de evaluación de datos de telemetría.

5. Mantenimiento de Hardware (Componentes Físicos)

Limpieza de Sensores: El sensor de gases (MQ) y el de temperatura deben limpiarse superficialmente con un paño seco o aire comprimido. Si acumulan polvo o humedad extrema, las lecturas podrían volverse imprecisas.

Revisión del Módulo de Agua y Comida: Comprobar periódicamente que las mangueras o dispensadores no estén obstruidos por sarro o restos de alimento, y que el sensor de nivel de agua no tenga calcificación.

Inspección Eléctrica: Verificar que los cables conectados al microcontrolador (ESP8266) y a los módulos de relé estén firmes y no presenten signos de sobrecalentamiento.

6. Mantenimiento de Base de Datos

Respaldo y Depuración de Alertas: Como el sistema registra cada evento y anomalía de forma automática, la tabla alertas_activas crecerá con el tiempo. Es recomendable programar una exportación de estos datos cada mes y luego vaciar la tabla para que las consultas sigan siendo rápidas.

Integridad de Datos: Revisar en phpMyAdmin que la tabla configuracion mantenga correctamente sus banderas (especialmente que comando_puerta no se quede pegado en 1 por un corte de internet).

7. Mantenimiento de Software y Servidor

Copias de Seguridad (Backups): Mantener un respaldo en la nube o en una memoria USB de la carpeta completa del proyecto y de la estructura de la base de datos .sql.

Reinicio de Servicios: Ocasionalmente, reiniciar el servicio de Apache y MySQL en el panel de control de XAMPP para liberar memoria caché del servidor local.

Contacto y soporte

- **Alejandro Baste**
- **Correo:** alejandro.baste.chapiro@uagraria.edu.ec