



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**MECANISMO: SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS
DE INVESTIGACIÓN Y/O INTERVENCIÓN**

TEMA:

**SISTEMA DOMÓTICO PARA EL CONTROL DE LA
TEMPERATURA AMBIENTAL Y CORPORAL DENTRO DE LOS
GALPONES DEL HATO PORCINO DE LA ESPAM MFL**

AUTORES:

**MANUEL JACINTO GARCÍA VERA
ROBERTH RONALDO TOALA VERA**

TUTOR:

ING. YIMMY SALVADOR LOOR VERA, MGTR.

CALCETA, JULIO DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

ROBERTH RONALDO TOALA VERA, con cédula de ciudadanía 1312113721 y MANUEL JACINTO GARCÍA VERA con cédula de ciudadanía 1316464989, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **SISTEMA DOMÓTICO PARA EL CONTROL DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y CORPORAL DENTRO DE LOS GALPONES DEL HATO PORCINO DE LA ESPAM MFL** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



ROBERTH R. TOALA VERA
CC: 1312113721



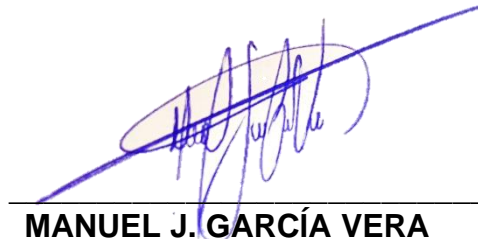
MANUEL J. GARCÍA VERA
CC: 1316464989

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

ROBERTH RONALDO TOALA VERA, con cédula de ciudadanía 1312113721 y MANUEL JACINTO GARCÍA VERA con cédula de ciudadanía 1316464989, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **SISTEMA DOMÓTICO PARA EL CONTROL DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y CORPORAL DENTRO DE LOS GALPONES DEL HATO PORCINO DE LA ESPAM MFL**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



ROBERTH R. TOALA VERA
CC: 1312113721



MANUEL J. GARCÍA VERA
CC: 1316464989

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

YIMMY SALVADOR LOOR VERA certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **SISTEMA DOMÓTICO PARA EL CONTROL DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y CORPORAL DENTRO DE LOS GALPONES DEL HATO PORCINO DE LA ESPAM MFL** que ha sido desarrollado por ROBERTH RONALDO TOALA VERA y MANUEL JACINTO GARCÍA VERA, previo a la obtención del título de INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

MGTR. YIMMY SALVADOR LOOR VERA

CC:1311710709

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: SISTEMA DOMÓTICO PARA EL CONTROL DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y CORPORAL DENTRO DE LOS GALPONES DEL HATO PORCINO DE LA ESPAM MFL, que ha sido desarrollado por ROBERTH RONALDO TOALA VERA y MANUEL JACINTO GARCÍA VERA, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**MGTR. MOREIRA MOREIRA
FERNANDO RODRIGO**

CC:1311726689

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**MGTR. VÉLEZ VALAREZO
RICARDO ANTONIO**

CC:1306391614

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**MGTR. MOLINA GARZÓN
GUSTAVO GABRIEL**

CC:130772328

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López la cual nos ha dado la oportunidad de crecer como personas y enseñarnos a ampliar nuestra cultura general a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales.

A la carrera de computación quien, con las enseñanzas de sus docentes de manera directa o indirecta, ha permitido forjarnos como profesionales.

A los docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión y por habernos brindado tantas oportunidades.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud y fuerza para seguir adelante con mi titulación.

A mis padres Janeth Toala y Milcíades por ser quienes me enseñaron el valor de luchar día a día para conseguir mis sueños y el apoyo que me brindaban en el transcurso de mi vida estudiantil.

A mis abuelos Graciela Vera y Agustín Toala que fueron importantes en el recorrido de este trabajo de titulación, por ser ellos quienes más anhelaban que llegara a alcanzar esta meta de mi vida.

A mis hermanos por estar conmigo y ser un apoyo constante en este trayecto de mi vida. A mis tíos quienes me supieron ayudar de distintas formas ya sea de forma económica o moralmente. A todos los profesores y amigos que gracias a su ayuda y consejos he logrado cumplir uno de mis objetivos en esta vida y que también fueron parte de mi formación académica.

Al universo porque existen tantos átomos en una sola molécula de nuestro ADN y por crear encuentros con personas que han animado a conocerme y a valorarme. Por cerrarme puertas que no eran para mí y abrirme las que sí lo son, por todas las sorpresas bonitas que están en camino, por todo lo que he recibido y lo que aún está por venir.

ROBERTH RONALDO TOALA VERA

Al culminar esta etapa de mi vida, la dedicatoria va dirigida a cada una de las personas que estuvieron en cada momento brindándome su apoyo incondicional.

A Dios, por ser mi guía y darme fuerza y vida todos los días, por mantenerme seguro y por no dejarme vencer ante obstáculos y pruebas de la vida.

A mí familia, por apoyarme siempre que lo he necesitado; gracias a Dios que los ha mantenido con vida a todos y ahora pueden ver realizado este logro.

A mis amigos/as, quienes aportaron con su apoyo y conocimientos; a Roberth por ser compañero en este logro obtenido y culminar juntos esta etapa, pues tenemos un lema: “Juntos llegamos, juntos nos vamos”.

MANUEL JACINTO GARCÍA VERA

CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	x
CONTENIDO DE tablas	xii
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVE	xiii
ABSTRACT.....	xiv
KEY WORDS	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN	1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN	3
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAPÍTULO II. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INTERVENCIÓN	6
2.1. FASE 1: ESTUDIO.....	6
2.2. FASE 2: DISEÑO.....	7
2.3. FASE 3: EJECUCIÓN.....	7
2.4. FASE 4: REVISIÓN	9

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	10
3.1 ESTUDIO.....	10
3.1.1. ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN.....	10
3.1.2. ANÁLISIS DE LOS REQUISITOS.....	11
3.2 DISEÑO.....	13
3.2.1. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN IoT.....	18
3.2.2 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN IoT.....	18
3.2.3 SELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA IOT PARA EL PROTOTIPO.....	19
3.3 EJECUCIÓN.....	22
3.4 REVISIÓN.....	46
3.4.1. PRUEBAS EN FRIO.....	46
3.4.2. PRUEBAS EN CALIENTE.....	49
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
4.1. CONCLUSIONES.....	56
4.2 RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	62

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Arquitectura de comunicación IoT del sistema domótico	21
Figura 3.2. Librería "DHT sensor Library"	23
Figura 3.3. Código para la lectura de datos del sensor DHT22	24
Figura 3.4. Script de Python para tomar fotos térmicas.	26
Figura 3.5. Código para guardar las variables de la temperatura corporal.....	26
Figura 3.6. Lechones con identificadores individuales.....	26
Figura 3.7. Ajuste de imagen térmica	27
Figura 3.8. Matriz de temperatura capturada con ejes y mapa	28
Figura 3.9. Imagen ya procesada sin ejes	28
Figura 3.10. Carpeta donde guardan las imágenes	28
Figura 3.11. Imagen preprocesada.....	29
Figura 3.12. Código de postprocesamiento de las imágenes	30
Figura 3.13. Imagen postprocesada sin objetos pequeños.....	30
Figura 3.14. Imagen con contornos en el área de interés.....	31
Figura 3.15. Separación de los objetos de la imagen	31
Figura 3.16. Ejemplos de conjunto de datos de DataSet Mnist.....	32
Figura 3.17. Código para identificar el número en la imagen.....	32
Figura 3.18. Bot de Telegram "BotFather"	33
Figura 3.19. Creación de Bot y token de acceso	34
Figura 3.20. Configuración de Bot.....	35
Figura 3.21. Asociación de numero de lechón con temperatura anormal	35
Figura 3.22. Prototipo vista de Temperatura y Humedad del Hato Porcino	39
Figura 3.23. Prototipo de vista de Generador de Reporte	39
Figura 3.24. Vista de Registro de cuenta.....	41
Figura 3.25. Vista de inicio de sesión	41
Figura 3.26. Vista Home de la página web	42
Figura3.27. Menú de opciones	42
Figura 3.28. Vista de Temperatura y humedad del Hato porcino	43
Figura 3.29. Vista de Temperatura Corporal de los neonatales	43
Figura 3.30. Vista de registro de parto	44
Figura 3.31. Vista de Registro de neonatal.....	44
Figura 3.32. Vista de Reporte.....	45

Figura 3.33. Validación del funcionamiento del sensor DHT22.....	46
Figura 3.34. Imagen obtenida por la cámara térmica.....	47
Figura 3.35. Flujo de la entrada de los datos del Sensor	48
Figura 3.36. Flujo de la entrada de los datos de la cámara térmica	48
Figura 3.37. Prueba en simulación foco encendido	49
Figura 3.38. Prueba en simulación foco apagado.....	50
Figura 3.39. Prueba en entorno de producción.....	50
Figura 3.40. Foto de primera prueba exitosa	51
Figura 3.41. Foto de segunda prueba exitosa	52
Figura 3.42. tercera prueba exitosa	52
Figura 3.43. Alertas generadas en Telegram	53
Figura 3.44. Reporte PDF generado	54
Figura 3.45. Instalación de prototipo en la termo cuna del hato porcino	54
Figura 3.46. Sistema estructurado.....	55
Figura 3.47. Sistema integrado en la termo cuna	55

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 3.1. Análisis de la entrevista	11
Tabla 3.2. Requerimientos Funcionales.....	12
Tabla 3.3. Requerimientos no funcionales	12
Tabla 3.4. Evidencias de la búsqueda bibliográfica.	13
Tabla 3.5. Características de comparaciones de microcontroladores	14
Tabla 3.6. Valoración de sensores que captan temperatura	15
Tabla 3.7. Valoración de cámaras térmicas que detectan temperatura Corporal	15
Tabla 3.8. Selección y listado de Componentes electrónicos.....	17
Tabla 3.9. Protocolos de comunicación IoT	18
Tabla 3.10. Tecnologías de Comunicación IoT.....	19
Tabla 3.11. Arquitectura del sistema.....	20
Tabla 3.12. Historia de usuario Sitio Web	37
Tabla 3.13. Listado de tareas por fases	38

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular tuvo como objetivo desarrollar un sistema domótico para el control de la temperatura ambiental y corporal en los galpones del hato porcino de la carrera de Medicina Veterinaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Para esto se empleó la metodología EDER, que consta de cuatro fases: estudio, diseño, ejecución y revisión, mismas que se alinean con cada objetivo específico del proyecto. En la fase de estudio, se utilizó la técnica de entrevista para recopilar los requerimientos necesarios para el sistema. En la siguiente fase, se realizó revisión bibliográfica para la selección de las herramientas de hardware y software, y así mismo para la arquitectura de comunicación entre ambos. En la fase de ejecución, se realizó el prototipado y configuraciones del sistema para su funcionamiento, además se desarrolló una interfaz web mediante la metodología XP para la codificación y almacenamiento de datos. Finalmente, en la etapa de revisión, se llevó a cabo pruebas para validar el correcto funcionamiento del sistema. Como resultado se demostró que cuando la temperatura ambiental en la termo cuna desciende a 29 grados, se enciende mecanismo de calefacción, y cuando supera los 32 grados, se apaga, controlado por medio de un actuador. Además, se implementó una alerta por medio de la plataforma de mensajería instantánea de Telegram para informar sobre las temperaturas corporales anormales en los lechones, todo esto contribuye tanto al ahorro energético y económico, como al bienestar de los porcinos. La interfaz web también permite visualizar en tiempo real los datos de temperatura ambiental de las termo cunas y corporal de los lechones, así mismo permite generar reportes para una gestión más eficiente de los datos.

PALABRAS CLAVE

Sistema domótico, EDER, metodología XP, imágenes térmicas, Sensor.

ABSTRACT

The objective of this curricular integration work was to develop a home automation system to control environmental and body temperature in the pig herd sheds of the Veterinary Medicine program of the Manuel Félix López Higher Polytechnic Agricultural School of Manabí. For this, the EDER methodology was used, which consists of four phases: study, design, execution and review, which are aligned with each specific objective of the project. In the study phase, the interview technique was used to collect the necessary requirements for the system. In the next phase, a bibliographic review was carried out for the selection of hardware and software tools, and also for the communication architecture between the two. In the execution phase, prototyping and configurations of the system for its operation were carried out, and a web interface was developed using the XP methodology for data coding and storage. Finally, in the review stage, tests were carried out to validate the correct functioning of the system. As a result, it was shown that when the ambient temperature in the thermo cradle drops to 29 degrees, the heating mechanism turns on, and when it exceeds 32 degrees, it turns off, controlled by an actuator. In addition, an alert was implemented through the Telegram instant messaging platform to report abnormal body temperatures in piglets, all of which contributes to both energy and economic savings, as well as the well-being of the pigs. The web interface also allows you to view the environmental temperature data of the thermo cradles and the body temperature of the piglets in real time, and it also allows you to generate reports for more efficient data management.

KEY WORDS

Home automation system, EDER, XP methodology, thermal images, sensor.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN

Según Arturi (2020), las Instituciones de Educación Superior (IES) desempeñan un papel decisivo en el desarrollo de la sociedad, ya que sus potencialidades deben lograr resultados medibles en el progreso del país y en el desarrollo local. En este sentido, la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Félix López, como lo afirma Mendoza (2016), brinda la enseñanza universitaria, la investigación científica y el emprendimiento, con un alto potencial en el contexto rural y socioeconómico. Fundada en la parroquia Calceta del cantón Bolívar en el año 1999, esta institución se erige para contribuir también en el crecimiento y desarrollo de la provincia de Manabí.

Desde sus inicios, la universidad ofreció carreras como Agroindustrias, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Agrícola y Medicina Veterinaria. Posteriormente, a través de un estudio de mercado, se amplió su oferta educativa con carreras como Computación, Administración Pública, Administración de Empresas y, a partir de 2007, Turismo. Todo ello en línea con la misión de la institución de formar profesionales pertinentes con compromiso ético y social, desde la calidad de los procesos sustantivos (ESPAM MFL, 2022).

Particularmente, la carrera de computación de la ESPAM MFL tiene como misión formar profesionales íntegros que conjuguen ciencia y tecnología para aportar innovaciones computacionales en la solución de problemas sociales, regionales y nacionales. Esto se desarrolla en equipos multidisciplinares e interdisciplinares, con énfasis en el sector agropecuario y agroindustrial, y con una actitud responsable económica, ética y social. En esta carrera, existen tres unidades: Unidad de Ciencias Básicas, Unidad de Desarrollo Computacional y la Unidad de Infraestructura (ESPAM MFL, 2021).

Por otro lado, la Unidad de Desarrollo Computacional ofrece capacitación en instrumentación en programas y herramientas tecnológicas a estudiantes politécnicos para analizar problemas relacionados con el proceso de desarrollo computacional. Es decir, este departamento es crucial, ya que guía el desarrollo de aplicaciones informáticas (ESPAM MFL, 2021).

El departamento de Desarrollo Informático de la ESPAM MFL (2021) también se dedica al diseño, desarrollo y gestión de proyectos de desarrollo de software que satisfacen las necesidades tecnológicas internas y externas de la institución.

Además, ESPAM MFL (2022) menciona que otra de las emblemáticas carreras de la institución Agropecuaria de Manabí es Medicina Veterinaria. Esta carrera tiene como misión la formación de profesionales capaces de prevenir y resolver los problemas de bioseguridad y producción del sector pecuario, utilizando métodos y técnicas modernas que contribuyan al mejoramiento de la cadena productiva y seguridad alimentaria. Su visión es ser un referente en la formación y fortalecimiento de profesionales, reconocidos en la sociedad por su competencia en el área de Medicina Veterinaria.

En el cantón Bolívar, varias instituciones y personas están dedicadas a la crianza de cerdos. Una de ellas es la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López a través de la carrera de Medicina Veterinaria, que cuenta con medios de producción como la unidad de docencia, investigación y vinculación (UDIV) hato porcino. Esta unidad facilita la realización de investigaciones, actividades académicas y vinculación con los docentes, estudiantes y la comunidad en general (Pérez, 2019).

El Hato porcino está construido en una hectárea debidamente separada por galpones. Aquí, el personal se encarga del cuidado, alimentación y reproducción de los cerdos que se brindan a la comunidad. Esta unidad fue creada para investigaciones de los estudiantes y vinculación con la comunidad (Pérez, 2019).

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

García (2020) establece, “Que en la actualidad para que sea posible conectar cada vez más dispositivos u objetos se necesitan de las redes digitales modernas que interactúen y transmitan entre sí”, según (Quiñonez, 2019), podemos usar la red para conectar lo que necesitamos, mediante sensores para recolectar información, procesarla y presentarla. Por otra parte (López, 2018) menciona que el elemento de interconexión permite que dos o más dispositivos se comuniquen o conecten y faciliten la conexión de segmentos y terminales, ya que es una función importante.

En el campo pecuario, específicamente en la porcicultura, la automatización juega un papel crucial en el cuidado de los animales y la mejora de las raciones alimenticias. González (2021) destaca cómo la automatización ayuda en estos procesos.

El concepto de Internet de las cosas (IoT) implica la conexión de dispositivos a la red para facilitar la comunicación y el intercambio de información relevante (Sampallo, 2020). Muñoz (2019) amplía esta idea al hablar sobre la capacidad de recopilar datos mediante la conexión de cualquier cosa, aplicando analítica de datos e inteligencia artificial.

En el ámbito pecuario, la aplicación de IoT se refleja en sistemas como los desarrollados por Ramírez (2020) y Libardo (2020), que automatizan procesos como el suministro de alimentos para cerdos, como se evidencia en sus estudios respectivos.

El estrés calórico, un problema común en la porcicultura, puede afectar la reproducción y el bienestar de los cerdos (Ruiz, 2019). La necesidad de mantener un ambiente adecuado para los cerdos se destaca en estudios como el de Cruz & Almaguel (2019) y Williams (2021), quienes resaltan la importancia de condiciones óptimas de temperatura para mejorar la productividad y reducir riesgos.

Según estudios realizados Cruz & Almaguel (2019), señala que la necesidad de mantener un ambiente regulado y en condiciones favorables para el porcino radica en el bienestar del animal mejorando la productividad y aportando así en

la reducción de los riesgos por contaminación. Según Williams (2021) la temperatura ambiental óptima para el lechón debe estar entre 29 a 32 grados centígrados, para así asegurar un buen nivel de energía, digestibilidad de los nutrientes y retención de nitrógeno. Por otra parte (Romo et al. 2022) indica que la temperatura corporal debe mantenerse entre los 39 a 41 grados centígrados para reducir la tasa de mortalidad neonatal principalmente durante las primeras 48 horas después del parto.

La porcicultura no solo es importante a nivel económico, sino también como fuente crucial de proteínas a nivel mundial (Tecnológica, 2021). El enfoque en la crianza y reproducción dentro de esta industria se refleja en iniciativas como la del Hato Porcino de la ESPAM MFL, que se centra en la crianza de cerdos.

Actualmente el Hato Porcino de la carrera de Medicina Veterinaria de la ESPAM MFL está enfocado a la crianza y reproducción estructurada en áreas específicas, como la reproducción y crianza, por lo tanto, la presente investigación va a ser dirigida al área de crianza donde se efectúan los procesos correspondientes para la cría de los cerdos.

El presente trabajo de titulación se enfocó en el desarrolló un sistema que permite controlar la temperatura de los neonatales del hato porcino de la Carrera de Medicina Veterinaria de la ESPAM MFL. Para ello se utilizó tecnología domótica para gestionar de manera óptima la temperatura ambiente de las cunas mediante un sensor ambiental que permite monitorear y regular el encendido y apagado de la calefacción de las termo cunas, en caso de que las condiciones no sean las adecuadas. Además, se integró una cámara térmica para llevar un seguimiento individualizado de los neonatales, evaluando su temperatura corporal y generando notificaciones a los encargados en caso de detectar anomalías. También cuenta con un sitio web donde se puede generar reportes de los datos obtenidos atreves del sensor y la cámara térmica, todo esto con la finalidad de llevar un mejor control de la información de los neonatales. La implementación de este sistema contribuye tanto al ahorro energético y económico, como al bienestar de los lechones, al garantizar condiciones óptimas de temperatura y proporcionar un monitoreo continuo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema domótico para el control de la temperatura ambiental y corporal de los lechones, dentro de los galpones del hato porcino de la ESPAM MFL.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los requerimientos para el desarrollo del sistema domótico.
- Determinar el hardware, software, arquitectura y protocolos de comunicación de IoT en base a los requerimientos.
- Ejecutar el diseño del sistema domótico tanto hardware como el software.
- Validar el buen funcionamiento del sistema integrado.

CAPÍTULO II. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INTERVENCIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo de integración curricular, se empleó La metodología EDER, la cual se alinea con cada objetivo específico del proyecto, Morales et al., (2018) Establecen una metodología sencilla y fácil de adaptar a proyectos de infraestructura tecnológica o afines, permitiendo responder con pertinencia al contexto investigativo, conformada por 4 fases: Estudio, Diseño, Ejecución y Revisión.

En la fase de ejecución también se desarrolló un sitio web, para llevar un control más organizado de información del hato porcino y de los neonatales, en esta fase se implementó también la metodología Extreme Programming (XP), donde Oñate (2020) menciona que esta metodología recibe su nombre por el proceso de tomar la mejor práctica, y luego para llevarlo al extremo, se presentó como otra perspectiva de la metodología ágil de producción de software de XP, que consta de múltiples procesos, uno o dos a la vez, para satisfacer las necesidades de mejora.

2.1. FASE 1: ESTUDIO

Según Morales et al., (2018) la fase de estudio se centra en comprender las necesidades del proyecto, con el fin de optimizar los procesos para lograr una mayor eficiencia y facilitar las comunicaciones y el intercambio de información. Se divide en dos actividades principales: el análisis de la organización, que consiste en identificar los requisitos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos; y el análisis de los requisitos, donde se examinan y se definen tanto los requisitos funcionales como los no funcionales del sistema.

En esta fase se desarrolló el primer objetivo específico del proyecto “Identificar los requerimientos para el desarrollo del sistema domótico” como punto de partida se realizó una visita técnica en las instalaciones del hato porcino.

Análisis de la organización: Se aplicó la técnica de la entrevista, según Hernán (2020) se define como el método empírico, basado en la comunicación interpersonal que se establece entre el investigador y el sujeto; la cual fue dirigida al Mgs. Marco Antonio Alcívar Martínez personal autorizado y encargado en la vigilancia y cuidado del área y sus galpones, se expusieron las necesidades y

los requerimientos para el desarrollo del sistema domótico en el hato porcino. También se tuvo una reunión informal con la Ing. Nadia Cedeño, encargada del Hato porcino donde brindo información esencial para una mejor comprensión de los requisitos.

Análisis de los requisitos: En base a lo expuesto por los encargados del hato porcino se analizó los requerimientos y las necesidades más notorias para el sistema. Además, se establecieron los requisitos funcionales y no funcionales con el fin de describir las características y funcionalidades de la interfaz web.

2.2. FASE 2: DISEÑO

En esta fase se detallan claramente las características de los componentes de hardware y software que se integrarán en el sistema domótico y se establecen las arquitecturas y protocolos de comunicación entre ambos.

Se realizó un estudio bibliográfico de varios artículos científicos similares con el fin de determinar cuáles son los componentes específicos para el desarrollo del proyecto, tipos de Hardware necesarios para el sistema como microcontroladores, cámara térmica, sensor de temperatura mismo que también se sometieron a la revisión bibliográfica para así seleccionar los más óptimo para el sistema.

En esta etapa, también se estableció las arquitecturas y los protocolos de comunicación entre el hardware y el software, basándose en investigación bibliográfica, con la finalidad de representar de manera virtual y que muestren de forma clara la interacción entre ambos.

2.3. FASE 3: EJECUCIÓN

En esta etapa, se ejecuta el desarrollo a partir del diseño previamente establecido. La implementación se realizó conforme a la arquitectura definida en la fase anterior, fusionando los distintos elementos de hardware y software.

El sistema domótico se construyó utilizando los componentes físicos previamente definidos. Para procesar los datos provenientes del hardware, se empleó el lenguaje de programación Python. Además, se implementó el protocolo de mensajería MQTT para facilitar la comunicación entre los

dispositivos IoT. Asimismo, se recurrió a NODE-RED, una plataforma de código abierto, para la conexión de los dispositivos de hardware.

Se realizó una interfaz web, siguiendo los requerimientos necesarios, y lo que se solicitó por parte de los encargados del área del HATO porcino de la ESPAM MFL. Para el desarrollo se optó por aplicar la metodología XP. Esta metodología se caracteriza por ofrecer un enfoque ágil para el desarrollo de software, enfocándose en la entrega temprana y frecuente de software funcional y de alta calidad.

MÉTODO: PROGRAMACIÓN EXTREMA (XP)

Un aspecto a considerar al momento de hacer uso de la misma, es que según Montero (2018), en esta metodología la característica principal son las historias de usuarios, las cuales corresponden a una técnica de especificaciones; Son formatos en los que el cliente describe las características y funcionalidades que debe tener el sistema, consta con 4 etapas descritas a continuación:

- **FASE DE PLANIFICACIÓN**

En esta fase de la metodología XP como su nombre lo indica es la de planificación, en el cual, según la identificación de las historias de usuario, se priorizan y se descomponen en versiones pequeñas que abarcan funcionalidades requeridas. Las historias de usuarios se obtuvieron por medio de entrevistas con el personal encargado del hato porcino. Estas historias de usuarios formaron parte del documento de especificación de requerimientos IEEE 830, documento en el cual se describe cada una de las funcionalidades del sitio web.

- **FASE DE DISEÑO**

En la fase de diseño se refiere al desarrollo del frontend, para lo cual se utilizó el framework de Laravel, ya que la metodología XP es uno de los aspectos que se caracteriza por su simplicidad, haciendo lo mínimo imprescindible para que funcione, sin tener que agregar funciones adicionales que los usuarios no necesiten. Se obtuvo un prototipo, además para el diseño del sitio web, se crearon diagramas de estructuración UML, diagrama de base de datos y otros procesos antes de codificar el sistema.

- **FASE DE DESARROLLO**

La metodología XP brinda esta fase donde se realizó el proceso de escribir y desarrollar el código necesario de todo el sistema modelado, cumpliendo con los requerimientos planteados en los objetivos. La programación aquí se llevó a cabo “a dos manos”, lo que quiere decir en parejas en frente del mismo ordenador, de esta forma se asegura que el código se realice de una manera más universal, que ayudaría a disminuir errores.

- **FASE DE PRUEBAS**

En esta fase ya culminado el proceso de desarrollo del sistema, se realizaron las pruebas del funcionamiento del sitio web, como lo son: las pruebas unitarias, para comprobar que el sitio web funcionara correctamente y no exista algún fallo entre los módulos.

2.4. FASE 4: REVISIÓN

La revisión como lo menciona Morales et al., (2018) es una fase que también comprende dos actividades, cuya finalidad es verificar el correcto funcionamiento de la solución de infraestructura tecnológica desarrollada, tanto en ambiente no productivo, como en producción.

Pruebas en frío: Se verificó la integración y funcionamiento adecuada de todos los dispositivos, cada componente fue sometido a pruebas para validar su funcionamiento conforme a las especificaciones del sistema. Además, se evaluó la interoperabilidad entre los dispositivos para asegurar su coordinación armoniosa y garantizar el funcionamiento sin problemas del sistema en su totalidad.

Pruebas en caliente: Se evaluó el rendimiento del sistema en un entorno de producción simulado e implementado. Durante estas pruebas, se midió métricas como la velocidad de respuesta del sistema ante cambios de temperatura, la precisión de las lecturas del sensor ambiental y la cámara térmica. Además, se verificó la generación adecuada de notificaciones en caso de detectar anomalías en la temperatura de los neonatales. También se examinó la interfaz web para verificar su correcto funcionamiento y capacidad de generar reportes de manera adecuada.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En el desarrollo de este proyecto, se sigue la metodología EDER, donde cada fase se adapta a objetivos específicos previamente establecidos. En este capítulo, se aplican las técnicas y métodos descritos en el capítulo anterior, mostrando los resultados obtenidos en cada fase del proceso. Esto implica la aplicación práctica de los procedimientos detallados anteriormente, con el fin de lograr los objetivos propuestos.

3.1 ESTUDIO

3.1.1. ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN

Para el correcto desarrollo del sistema domótico se realizó una entrevista (**Anexo 2**) dirigida al personal autorizado, encargado en la vigilancia y cuidado del área y sus galpones al Mgs. Marco Antonio Alcívar Martínez, donde se efectuaron diferentes preguntas sobre los factores influyentes en la implementación del estructurado eléctrico, sobre las necesidades de temperatura para cada edad del ejemplar porcino, también se definió la problemática a solucionar. En el cuadro 3.1 se muestran las preguntas formuladas para la recolección de los requisitos del sistema domótico mediante la entrevista. También se llevó a cabo una visita al hato porcino y se sostuvo una reunión informal con la Ing. Nadia Cedeño, quien está a cargo del área. El propósito de esta reunión fue recabar más información sobre el proyecto. Como resultado de esta interacción, se identificaron varios problemas y requerimientos, incluyendo la necesidad de un control más eficiente de la calefacción en las cunas de los neonatales, la importancia de un monitoreo constante de la temperatura de los lechones y la necesidad de una gestión más organizada de la información relacionada con ellos.

Se realizó un estudio en los galpones del hato porcino de la carrera de Medicina Veterinaria de la ESPAM MFL con el objetivo de identificar las características específicas de la especie porcina. Este estudio incluyó la determinación de las necesidades particulares del porcino, centrándose especialmente en la temperatura óptima para su bienestar. Se recolectó información sobre la temperatura corporal ideal de los neonatales, estableciendo que la temperatura ambiente adecuada para las termo cunas debe mantenerse entre los 29 y 32 grados centígrados, mientras que la temperatura corporal ideal para los

neonatales debe oscilar entre los 39 y 41 grados centígrados. Estos datos fueron fundamentales para el diseño y la implementación del sistema domótico, garantizando un ambiente óptimo y seguro para los lechones en el hato porcino.

Tabla 3.1. Análisis de la entrevista

N°	Pregunta	Análisis
1	¿Cómo controlan los gastos eléctricos en el hato?	En el hato porcino no se controla el consumo eléctrico.
2	¿Cuál es la temperatura adecuada de un porcino?	La temperatura ambiental para un porcino es de 30 y 31 grados. La temperatura corporal es de 40 y 41 grados centígrados.
3	¿Qué tipo de información maneja?	Las personas encargadas en el hato manipulan datos como, las fechas de los partos, el peso de cada porcino y el control médico de cada ejemplar.
4	¿Quiénes tienen acceso a la información?	Los encargados del Hato
5	¿Cuáles son los factores que influyen en el estructurado eléctrico?	Son algunos factores que influyen como lo son el tipo de cableado, las conexiones, ventiladores, los focos infrarrojos y bifurcaciones hacia conexiones o puertos.
6	¿Qué problema debe solucionar el sistema domótico?	El correcto control de la temperatura corporal y el consumo energético dentro del área neonatal del hato porcino.

3.1.2. ANÁLISIS DE LOS REQUISITOS

Tras la entrevista y reunión de los encargados, se definieron las métricas para el sistema, el cual incluiría un actuador de encendido y apagado del mecanismo de calefacción para regular la temperatura ambiental en la termo cuna. Además, se estableció que, mediante el monitoreo de la temperatura corporal, el sistema enviaría alertas por medio plataforma de mensajería instantánea de Telegram a los encargados en caso de detectar anomalías en la temperatura corporal de los neonatales. Asimismo, se proporcionaron varios requerimientos funcionales y no funcionales para la elaboración de un sitio web destinado a mejorar la gestión de datos dentro del hato porcino, que se muestran en las Tablas 3.2 y 3.3, todos estos requisitos fueron elaborados y detallados en el documento de Especificación de Requisitos de Software basado en el estándar IEEE (**Anexo 3**).

Tabla 3.2. Requerimientos Funcionales

Nº RF	Módulo	Prioridad	Descripción	Restricción
1 001	Usuarios	Alta	El administrador/Usuario tendrá que registrarse para poder acceder al sitio web.	Si el usuario no se encuentra registrado no podrá acceder al sistema.
2 002	Temperatura Ambiental	Alta	El administrador del sistema podrá visualizar los datos sobre la Temperatura ambiente y humedad, del hato porcino	Logueado correctamente
3 003	Temperatura Corporal	Media	El administrador podrá visualizar la temperatura corporal máxima y mínima de los lechones, que se obtuvo mediante el módulo de imágenes térmicas dentro del área de maternidad.	Logueado correctamente
4 004	Partos	Media	El personal del hato porcino podrá ingresar, listar, editar y eliminar los registros de los partos.	Los datos para ingresar al sistema deben estar correctos
5 005	Neonatal	Alta	El personal del hato porcino podrá ingresar, listar, editar y eliminar los registros de los neonatales.	Los datos para ingresar al sistema deben estar correctos
6 006	Gestión de Reportes	Alta/Esencia I	El administrador del sistema podrá visualizar un reporte generado con todos los datos de la temperatura ambiental y corporal de la especie dentro del área neonatal.	No podrá generar reportes si no está correctamente registrado.

Tabla 3.3. Requerimientos no funcionales

Nº	Nombre	Descripción
1	Seguridad	Para verificar la identidad del administrador en el sistema web, se le pedirá que ingrese el correo y la contraseña.
3	Mantenimiento	El sistema contará con una interfaz de usuario, permitiendo al administrador del área de maternidad realizar el mantenimiento básico. Sin embargo, cualquier modificación en la base de datos o la implementación de nuevas funciones deberá ser realizada por el desarrollador del sistema.
4	Portabilidad	Todo el sistema está construido con tecnologías libres, para que pueda ser compatible con cualquier plataforma y así poder acceder desde cualquier navegador.

3.2 DISEÑO

Para llevar a cabo la ejecución del segundo objetivo el cual es la “Determinar el hardware, software, arquitectura y protocolos de comunicación de IoT en base a los requerimientos” se realizó una búsqueda bibliográfica, para determinar cuáles son los componentes específicos que cuantificará la temperatura y permitirá la extracción de datos de imágenes térmicas para el correcto desarrollo del sistema domótico, durante el proceso de revisión en diferentes fuentes, se determinaron varios artículos científicos, el cual se evidencia en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Evidencias de la búsqueda bibliográfica.

Año	Autor	Tema	Resultados Alcanzados
2021	Iván H. Pérez-Tavera	Raspberry Pi	Inclusión al ámbito educativo sobre las nuevas tecnologías versátiles como la micro computadora denominada Raspberry Pi.
2021	Freddy Alejandro Magne Loza	Sistema Domótico para Canes	En este trabajo se desarrolló un sistema que integre una casa, una dispensadora de un lanzador de pelotas automáticos que utilicen tecnología IoT para mejorar la iteración y cuidado de los ejemplares caninos.
2022	J.B Jiménez-Morales	Internet de las cosas y variaciones de temperatura y humedad dentro de un site.	Conocimiento y control del comportamiento de las variables de temperatura y humedad dentro de un Centro de datos.
2022	Pérez Martos, Salvador	Diseño de un sistema IoT de Monitorización de una granja de cerdos	Se diseña y se implementa un prototipo de un sistema domótico de un costo bajo que monitoriza la temperatura y humedad del aire y el estado en que están las ventanas en una granja de cerdos.
2020	Peris Martínez, J.	Sistema de monitorización inalámbrica de temperatura mediante sensor de infrarrojos y microcontrolador ESP32	El sistema permitió llevar un control adecuado donde se puedan tratar los datos relativos a la temperatura medida por un sensor de infrarrojos MLX90640.
	Caviedes Rojas, Carlos Andrés	Diseño e implementación de un sistema embebido de monitoreo térmico y fotográfico con acceso remoto vía web	En el presente artículo se llevó a cabo un sistema, el cual hace seguimiento al impacto que se genera en la producción energética. Y que al mismo tiempo deja un registro para un futuro análisis

Toda esta información que se obtuvo, permitió conocer los diferentes componentes electrónicos que se utilizan en este tipo de sistema domótico, los tipos de microcontroladores que existen Tabla 3.5, tipo de sensores de temperatura Tabla 3.6 y los diferentes tipos de cámaras térmicas posibles a utilizar Tabla 3.7:

Tabla 3.5. Características de comparaciones de microcontroladores

Características	Raspberry Pi (Vázquez-Bautista, 2022)	Arduino	ESP32- DEVKITC	NodeMCU ESP8266
Tipo	Mini computadora	Microcontrolador de placa única	Microcontrolador de placa única	Microcontrolador de placa única
Memoria	1-4 GB	32 KB	520 KB	96KB
Velocidad de Reloj	1,2 GHZ	16 MHz	80Mhz (máximo 240 MHz)	26 MHz - 52 MHz
Procesador	Arm7 Quad Core	Arduino Uno	Tensilisca Xtensa LX6 32 bit Dual Core a 160 MHz (hasta 240 MHz)	Tensilisca L106 32bits
Almacenamiento	Ranura MicroSDHC	1 KB	4 MB	4 MB
Poder	USB, o fuente de alimentación	USB, o fuente de alimentación	USB	USB
WiFi	-	-	Integrado	Integrado
Bluetooth	-	-	Integrado	-
Tensión de funcionamiento	5V	5V	3,3V	3,3V
Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)	Cualquier IDE compatible con Linux	Arduino IDE	Arduino IDE, Lua Loader	Arduino IDE, Lua Loader
Pines GPIO	-	28	38	30
Costo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo

Tabla 3.6. Valoración de sensores que captan temperatura

Tipo de Sensor	Característica y Descripción
DHT11	<p>El sensor de temperatura y humedad DHT11 es un sensor económico que proporciona mediciones de temperatura y humedad relativa (AG Electronica, 2021)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición de temperatura: 0°C a 50°C. • Rango de medición de humedad: 20% a 90%. • Precisión: $\pm 2^\circ\text{C}$ para temperatura y $\pm 5\%$ para humedad. • Alimentación: 3.3V - 5V.
DHT22	<p>El sensor de temperatura y humedad DHT22, también conocido como AM2302, es una versión mejorada del DHT11 con una mayor precisión y un rango de medición más amplio (Ortega, 2022).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición de temperatura: -40°C a 80°C. • Rango de medición de humedad: 0% a 100%. • Precisión: $\pm 0.5^\circ\text{C}$ para temperatura y $\pm 2-5\%$ para humedad. • Alimentación: 3.3V - 6V.
DHT21	<p>El sensor de temperatura y humedad DHT21, también conocido como AM2301, es similar al DHT22 pero con una precisión ligeramente inferior y un rango de medición más limitado (Paez, 2022).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición de temperatura: -40°C a 80°C. • Rango de medición de humedad: 0% a 100%. • Precisión: $\pm 0.5^\circ\text{C}$ para temperatura y $\pm 3-5\%$ para humedad. • Alimentación: 3.3V - 6V.

Tabla 3.7. Valoración de cámaras térmicas que detectan temperatura Corporal

Tipos Cámaras térmicas	Descripción	Característica
MLX90640ESF-BAB	La MLX90640ESF-BAB es una cámara térmica de matriz de puntos que ofrece imágenes térmicas de alta calidad con una resolución de 32x24 píxeles (AG Electronica, 22)	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución: 32x24 píxeles. • Ángulo de visión: 55°x35°. • Interfaz: I2C, lo que la hace compatible con Raspberry Pi, Arduino (ESP32), STM32 y otros microcontroladores. • Rango de temperatura: No especificado. • Fabricante: Melexis.
AMG8833	El AMG8833 es un sensor térmico de matriz de puntos con una resolución de 8x8 píxeles (Benavente Salas & Chávez Aragón, 2022)	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución: 8x8 píxeles. • Ángulo de visión: No especificado. • Interfaz: I2C, lo que la hace compatible con una variedad de plataformas de desarrollo como Raspberry Pi, Arduino, etc. • Rango de temperatura: No especificado. • Fabricante: Panasonic.
MLX90640	El MLX90640 es un sensor térmico de matriz de puntos con una resolución de 32x24 píxeles (Hernández, 2020).	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución: 32x24 píxeles. • Ángulo de visión: No especificado. • Interfaz: I2C, lo que la hace compatible con una variedad de plataformas de desarrollo como Raspberry Pi, Arduino, etc. • Rango de temperatura: No especificado. • Fabricante: Melexis.

Después de realizar una investigación sobre las diversas alternativas disponibles en el mercado para la captura de datos de temperatura ambiental y corporal, se llevó a cabo una revisión detallada de las opciones disponibles. Esta revisión implicó evaluar meticulosamente las características técnicas, el rendimiento y los costos asociados de cada opción.

Con el objetivo de identificar los materiales más adecuados para el proyecto, se analizaron en profundidad aspectos como la precisión de las mediciones, la fiabilidad de los dispositivos, su compatibilidad con la plataforma de desarrollo utilizada y la relación costo-beneficio. Este proceso de evaluación permitió obtener una comprensión completa de las capacidades y limitaciones de cada alternativa disponible en el mercado.

Después de un análisis, se procedió a seleccionar cuidadosamente los materiales que ofrecían la combinación óptima de eficacia y eficiencia para satisfacer las necesidades específicas del proyecto como se observa en la Tabla 3.8, en la cual se encuentran las herramientas seleccionadas para captura de la temperatura ambiental y corporal, y el listado de los demás componentes necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

En esta configuración, se decidió utilizar dos microcontroladores; la Raspberry Pi para controlar la cámara térmica MLX90640, ya que ofrece una mayor capacidad de procesamiento y almacenamiento en comparación con el Arduino. Dado que hubo problemas de identificación del sensor en la Raspberry Pi, se optó por dejar esta tarea al Arduino, que se encargó de manejar el sensor DHT22 para medir la temperatura y la humedad ambiental.

De esta manera, la Raspberry Pi está a cargo de capturar imágenes térmicas con la cámara MLX90640. Posteriormente, estas imágenes podrán ser procesadas y almacenadas en la Raspberry Pi, aprovechando su capacidad de almacenamiento adicional. Además, gracias a su capacidad de procesamiento, se podrán realizar análisis y visualizaciones de estas imágenes térmicas directamente en la Raspberry Pi.

La cámara térmica cuenta con la tecnología termográfica de infrarrojo, donde Vidaurre (2020) menciona que, es una técnica que permite constatar mediciones de temperatura en tiempo real de un dispositivo o elemento, también permite

capturar y determinar la cantidad de calor que existe en el cuerpo sin tener que hacer contacto, por lo tanto, la termografía requiere conocimiento de calor y temperatura y cómo se transfieren.

Tabla 3.8. Selección y listado de Componentes electrónicos

Equipo	Definición
Microcontroladores "Arduino" y Raspberry Pi4	Se empleará un microcontrolador Arduino junto con un sensor DHT22 para realizar mediciones de temperatura y humedad ambiental. Por otro lado, la Raspberry Pi estará a cargo de gestionar una cámara térmica MLX90640, encargada de capturar imágenes térmicas.
Cable plano con terminales hembra/hembra 20 cm	Son destinados para las conexiones de los cables eléctricos entre componentes.
Memoria Micro SD	Esta tarjeta permite expandir la memoria de almacenamiento de un microcontrolador, lo que permite administrar ciertos tipos de contenidos.
Sensor de Temperatura y humedad DHT22	Los sensores de temperatura son dispositivos que proporcionan una señal de medida en formato digital, y que fácilmente puede ser interpretados por algún sistema de adquisición de datos.
Fuente de voltaje de 5V	Se utilizará para alimentar a la micro computadora Raspberry Pi 4.
Cámara de imágenes Térmicas Modelo MLX90640	Las cámaras Termográfica se basan en la termografía infrarroja lo cual sirve en la captación de imágenes, sin contacto, mediante un análisis según la cantidad de radiación infrarroja emitida por el cuerpo u objeto,
Protoboard	Esta permite el montaje rápido de los circuitos electrónicos sin la necesidad de usar pistolas de soldar o cauterios.
Cable UTP	Se utiliza para conectar la Raspberry Pi a una red Ethernet, permitiendo la comunicación de red con otros dispositivos y el acceso a Internet.

Para el correcto desarrollo del sistema, se realizó una revisión bibliográfica la cual, llevada a cabo, permitió comprender la estructura de un sistema domótico

(IoT). De esta manera, se pudo conocer los diferentes tipos de conectividad, los protocolos de comunicación y las tecnologías de comunicación más comúnmente utilizados en los proyectos de internet de las cosas (IoT). A continuación, se presenta un breve análisis de la información obtenida durante la revisión sistemática.

3.2.1. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN IoT

Mediante la tabla 3.9 se evidencia el análisis de 3 protocolos más relevantes en proyectos de IoT. De esta manera, se podrá elegir el protocolo de comunicación adecuado para el sistema domótico.

Tabla 3.9. Protocolos de comunicación IoT

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN IOT	REFERENCIAS AUTORES
MQTT	MQTT es un protocolo de mensajería ligero y eficiente diseñado para la comunicación entre dispositivos en redes de área local y redes de área amplia de baja capacidad y alta latencia (Borja, 2020).
HTTP	HTTP es el protocolo de comunicación utilizado para la transferencia de datos en la World Wide Web. Permite la comunicación entre un cliente y un servidor a través de solicitudes y respuestas (Vásquez, 2024).
AMQP	AMQP es un protocolo de mensajería empresarial diseñado para la transmisión de mensajes entre aplicaciones o servicios distribuidos. Proporciona una comunicación confiable y asíncrona (Botello, 2023).

El protocolo de comunicación que se utilizó para el desarrollo del sistema domótico es el protocolo MQTT ya que este protocolo se caracteriza por ser ligero y eficiente en términos de consumo de ancho de banda y recursos de hardware, además permite la transmisión segura entre dispositivos y servidores back-end, utilizando un modelo de publicación-suscripción que se adapta bien a los patrones de tráfico de datos en aplicaciones de IoT.

3.2.2 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN IoT

Después de analizar los protocolos de comunicación, se procedió a examinar las distintas tecnologías de comunicación, como se muestra en el (Tabla 3.10). Esto permitirá determinar la tecnología adecuada para la comunicación con el sistema domótico.

TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN IOT	REFERENCIAS AUTORES
WIFI	Wi-Fi es una tecnología de comunicación inalámbrica que proporciona conexiones de red de área local (LAN) de alta velocidad y alcance limitado (Díaz & Ayala , 2020).
ZIGBEE	Zigbee es un protocolo de comunicación inalámbrica de corto alcance diseñado para aplicaciones de bajo consumo de energía y baja tasa de transferencia de datos (Choque, 2023).
LoRaWAN	LoRaWAN es una tecnología de comunicación inalámbrica de largo alcance diseñada para aplicaciones IoT que requieren una cobertura extendida y una larga vida útil de la batería (Chuqui & Castro, 2022)
Bluetooth	Bluetooth es un estándar de comunicación inalámbrica de corto alcance utilizado para la interconexión de dispositivos electrónicos de consumo y periféricos de ordenador (Agudelo, 2021).

Tabla 3.10. Tecnologías de Comunicación IoT.

Se optó por utilizar la tecnología WIFI debido a que es la más popular y versátil en la actualidad gracias al avance tecnológico, ya que permite enviar y recibir datos de manera cómoda sin necesidad de utilizar medios físicos como cables. Además, esta tecnología está presente en muchos dispositivos electrónicos.

3.2.3 SELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA IOT PARA EL PROTOTIPO

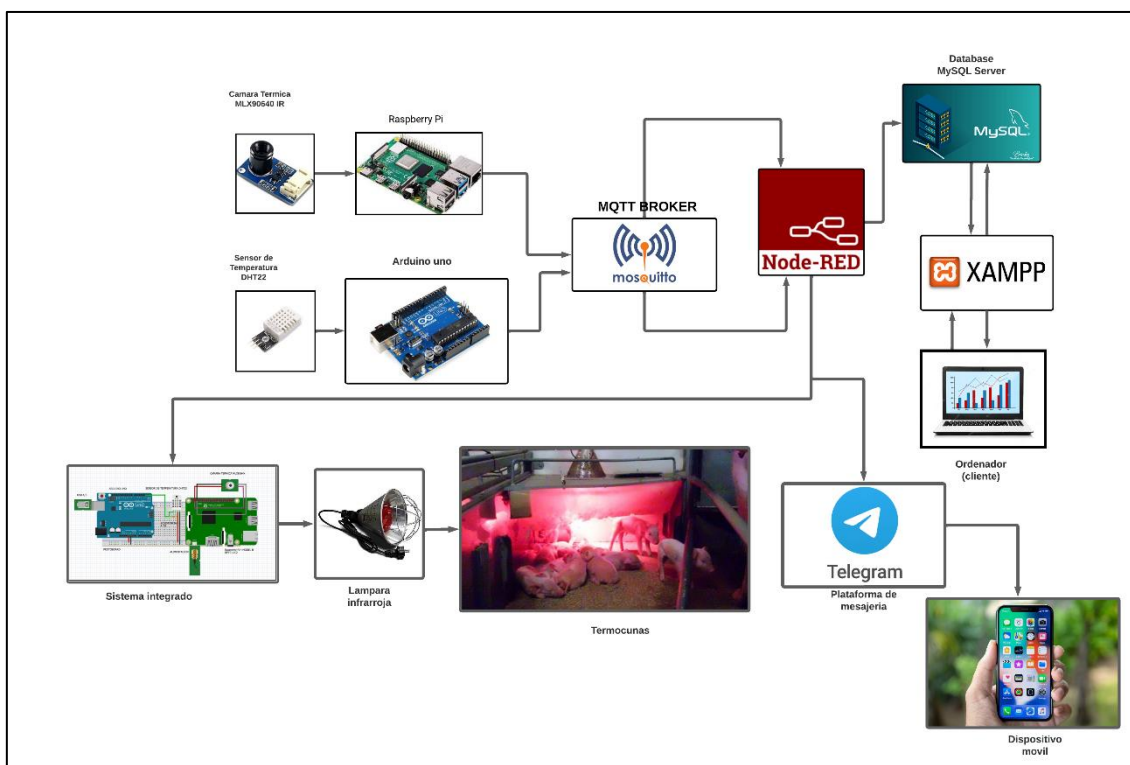
Después de llevar a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica y evaluar las diferentes opciones disponibles para un sistema IoT, se seleccionaron cuidadosamente los protocolos y tecnologías a implementar. Esta selección se basó en su eficiencia y efectividad en el rendimiento, considerando los requisitos específicos necesarios para garantizar el éxito de los proyectos IoT. Los protocolos y tecnologías elegidos deben cumplir con los estándares de conectividad, seguridad y escalabilidad para asegurar un funcionamiento óptimo del sistema en todas las etapas de su implementación y operación como se muestra en la tabla 3.11.

Tabla 3.11. Arquitectura del sistema.

Nivel	Componente	Función
Dispositivos Físicos	Arduino Mega con módulo WiFi	Controla la adquisición de datos del sensor DHT22 y la cámara térmica MLX9064 y los envía a través de WiFi utilizando MQTT.
	Sensor de temperatura y humedad DHT22	Mide la temperatura y la humedad del entorno.
	Cámara térmica MLX9064	Captura imágenes térmicas del entorno.
	Relé eléctrico	Controlar la activación y desactivación del mecanismo de calefacción
Procesamiento de Datos	Python (Script Python)	Procesa los datos recibidos del hardware antes de enviarlos a Node-RED, por ejemplo, realizando filtrado o cálculos adicionales.
Comunicación y Adquisición de Datos	MQTT	Protocolo de mensajería para la comunicación entre dispositivos IoT.
	Node-RED	Plataforma de código abierto para la conexión de dispositivos hardware, API y servicios en línea, permite la integración fluida entre hardware y software especializados.
Servidor MQTT	Mosquitto	Servidor MQTT que recibe y gestiona la publicación y suscripción de mensajes MQTT entre los dispositivos y Node-RED.
Almacenamiento de Datos	Base de Datos MySQL	Almacena los datos de temperatura, humedad e imágenes térmicas recopilados por Node-RED.
Servidor Web con Laravel	XAMPP (Apache, MySQL, PHP)	Utilizado como servidor web de desarrollo, proporcionando un entorno para ejecutar Laravel y gestionar la base de datos MySQL.
	Laravel	Desarrolla una interfaz de usuario para visualizar los datos almacenados en la base de datos MySQL y generar informes estadísticos.
	Eloquent ORM	Interactúa con la base de datos MySQL para recuperar los datos necesarios y realizar operaciones de consulta.
Interfaz de Usuario	Navegador web	Permite al usuario acceder a la interfaz desarrollada en Laravel para visualizar los informes finales y otros datos relevantes.

En la Figura 3.1 se muestra la arquitectura de comunicación IoT del sistema domótico, la cual fue diseñada utilizando el programa "Lucidchart". Esta herramienta de diagramación nos permitió plasmar de manera más efectiva la estructura del sistema, incluyendo tanto los datos de entrada y salida como las conexiones necesarias con la base de datos. Estas conexiones son esenciales, ya que los datos almacenados en la base de datos son consumidos por el sistema para garantizar su correcto funcionamiento.

Figura 3.1. Arquitectura de comunicación IoT del sistema domótico



Fuente: Los Autores

3.3 EJECUCIÓN

En base las necesidades y requerimientos el sistema cuenta con 3 funciones:

- Control de temperatura ambiental en cunas
- Monitoreo de temperatura corporal de los neonatales
- Interfaz web para gestión de datos

Acontinuación, se explican detalladamente la ejecución de cada una de las funciones.

El sistema domótico se desarrolló con un enfoque en la captura de datos ambientales y corporales utilizando un microcontrolador Arduino con un sensor DHT22 para medir la temperatura y la humedad, mientras que una Raspberry Pi controla una cámara térmica MLX90640 para capturar imágenes térmicas. El montaje físico se realizó siguiendo un diseño previo en el software FRITZING, y se verificó la correcta conexión de todos los componentes.

Se implementó el protocolo MQTT con el servidor Mosquitto para facilitar la comunicación entre los dispositivos del sistema. Además, se utilizó NODO RED para procesar los datos y realizar las condiciones necesarias para las funciones, Además de enviar los datos a una base de datos MySQL.

Todos los detalles del desarrollo del sistema, incluyendo el diseño del circuito, conexiones de componentes y ensamblaje del sistema, se describen en detalle en el **(Anexo 4)** en el informe del sistema.

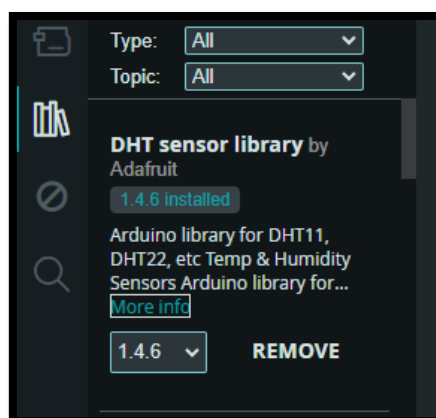
Control de temperatura ambiental de las termo cunas

La primera función se enfoca en regular la temperatura ambiental en las cunas de los neonatales de manera eficiente. Cuando la temperatura ambiente cae por debajo de 29°C, el sistema activa por medio de un actuador la calefacción, representada por un foco infrarrojo, para mantener un ambiente ideal para los lechones. Una vez que la temperatura alcanza los 32°C, el sistema apaga la calefacción, para el desarrollo de esta función, se utilizó los siguientes componentes:

- **Sensor de temperatura y humedad (DHT22):** Este sensor se colocó dentro de las termo cunas para medir tanto la temperatura como la humedad del ambiente donde se encuentran los lechones.
- **Arduino:** Se utilizó como el microcontrolador principal para recopilar datos del sensor y controlar el sistema de calefacción.
- **Relé:** Este dispositivo se utilizó para controlar la activación y desactivación del mecanismo de calefacción,

Para la codificación y configuración del Arduino, se empleó el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino. Luego, se procedió a descargar la biblioteca "DHT sensor Library" de Adafruit, tal como se muestra en la figura 3.2, con el propósito de permitir al Arduino obtener los datos del sensor DHT22.

Figura 3.2. Librería "DHT sensor Library"



Fuente: Los Autores

Una vez instalada la librería, se procede a capturar los datos del sensor y a condicionar el encendido del foco infrarrojo a través del relé en función de la temperatura ambiente medida por el sensor DHT22. Específicamente:

- Cuando la temperatura medida cae por debajo de los 29°C, se emite una señal para encender el foco infrarrojo.
- Si la temperatura supera los 32°C, se apaga el foco infrarrojo.

En caso de que ocurra un error durante la lectura del sensor, se imprime un mensaje de error en el puerto serial. Además, tanto la humedad como la temperatura se imprimen con dos decimales de precisión. Este comportamiento se describe en la figura 3.3. El código Arduino incluye la inicialización del sensor,

la lectura de la temperatura ambiente y la activación o desactivación del relé en base a los umbrales de temperatura establecidos.

Figura 3.3. Código para la lectura de datos del sensor DHT22

```

codigo_arduino
#include <DHT.h>

// Definir el pin al que está conectado el sensor DHT
#define DHTPIN 2

// Definir el pin al que está conectado el relé
#define RELAY_PIN 4

// Tipo de sensor DHT que estás utilizando (DHT11 o DHT22)
#define DHTTYPE DHT22

// Inicializar el sensor DHT
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  // Inicializar puerto serie
  Serial.begin(9600);

  // Inicializar el sensor DHT
  dht.begin();

  // Configurar el pin del relé como salida
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  // Leer la temperatura ambiente en Celsius
  float temperaturaC = dht.readTemperature();

  // Leer la humedad relativa
  float humedad = dht.readHumidity();

  // Comprobar si la lectura del sensor fue exitosa
  if (!isnan(temperaturaC) || !isnan(humedad)) {
    Serial.println("Error al leer el sensor DHT.");
  } else {
    // Imprimir los datos en el puerto serie

    Serial.print("%", temperaturaC);
    Serial.print(temperaturaC, 2); // Dos decimales para la temperatura
    Serial.println("C");
    Serial.print("Humedad: ");
    Serial.print(humedad, 2); // Dos decimales para la humedad

    // Comprobar si la temperatura está fuera del rango óptimo
    if (temperaturaC < 29.50) {
      // Si la temperatura es menor que 29 grados, encender el relé
      digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
      //Serial.println("Encendiendo el foco"); // Mensaje para indicar que se enciende el foco
    } else if (temperaturaC > 32.00) {
      // Si la temperatura es mayor que 32 grados, apagar el relé
      digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
      // Serial.println("Apagando el foco"); // Mensaje para indicar que se apaga el foco
    }
  }
  // Esperar un breve periodo antes de realizar otra lectura
  delay(20000); //

```

Fuente: Los Autores

Después se configuró el puerto serial del Arduino para enviar los datos de temperatura y humedad. Utilizando Node-RED, se estableció un flujo de datos que recibe las lecturas del Arduino a través del puerto serial. Node-RED se encargó de procesar estos datos y prepararlos para su almacenamiento en la base de datos.

Los datos procesados fueron almacenados en una base de datos MySQL para su posterior acceso y gestión. Mismos datos que pueden visualizarse en la interfaz web en tiempo real.

Monitoreo de temperatura corporal de los lechones

En la función de monitoreo de la temperatura corporal de neonatos en las termocupas del hato porcino, se integró la cámara térmica MLX90640 con la Raspberry Pi 4.

Las librerías utilizadas en el código para la captura, procesamiento, análisis y notificación basada en imágenes térmicas y modelos de aprendizaje automático son las siguientes:

- 1. OpenCV (`cv2`):** Utilizada para leer y procesar imágenes térmicas, así como para operaciones de procesamiento de imágenes como redimensionamiento, normalización y manipulación de matrices.
- 2. NumPy (`numpy`):** Utilizada para realizar operaciones numéricas eficientes en matrices, como la conversión de imágenes en matrices, redimensionamiento y normalización de matrices de píxeles.
- 3. Matplotlib (`matplotlib.pyplot`):** Utilizada para visualizar la imagen térmica y generar gráficos de barra de colores para representar las temperaturas.
- 4. Adafruit MLX90640 (`adafruit_mlx90640`):** Librería para interactuar con el sensor térmico MLX90640 y leer las temperaturas de los píxeles.
- 5. TensorFlow (`tensorflow`):** Utilizada para cargar y utilizar el modelo de red neuronal convolucional (CNN) entrenado para el reconocimiento de números con el conjunto de datos MNIST.
- 6. Requests (`requests`):** Utilizada para realizar solicitudes HTTP a la API de Telegram para enviar notificaciones.
- 7. Datetime (`datetime`):** Utilizada para obtener la fecha y hora actual para incluir en la notificación de Telegram.
- 8. Time (`time`):** Utilizada para introducir pausas en el código para la espera entre iteraciones en el bucle principal.
- 9. PIL (`PIL.Image`):** Utilizada para trabajar con imágenes y realizar operaciones como guardar y cargar imágenes.

Una vez concluida con la instalación de las librerías se utilizó el editor de código llamado "GEANY" el cual es un editor de texto ligero y potente que es muy popular entre los desarrolladores de software debido a su facilidad de uso y su amplia versatilidad en campo de la domótica.

Figura 3.4. Script de Python para tomar fotos térmicas.

```

# Crear una carpeta para almacenar las imágenes si no existe
carpeta_imagenes = 'imagenes_termicas'
if not os.path.exists(carpeta_imagenes):
    os.makedirs(carpeta_imagenes)

while True:
    # Crear un buffer para almacenar las temperaturas de los pixeles
    temperaturas = [0] * 768

    # Leer las temperaturas de los pixeles
    try:
        mlx = adafruit_mlx90640.MLX90640(board.I2C())
        mlx.refresh_rate = adafruit_mlx90640.RefreshRate.REFRESH_2_HZ
        mlx.getFrame(temperaturas)
        print("Temperaturas de los pixeles leídas correctamente!")
    except RuntimeError as e:
        print("Error al leer las temperaturas de los pixeles:", e)

    # Convertir las temperaturas a una matriz numpy
    temperaturas_np = np.array(temperaturas).reshape((24, 32))

```

Fuente: Los Autores**Figura 3.5.** Código para guardar las variables de la temperatura corporal

```

# Convertir las temperaturas a una matriz numpy
temperaturas_np = np.array(temperaturas).reshape((24, 32))

# Calcular la temperatura promedio, maxima y minima
temp_promedio = np.mean(temperaturas_np)
temp_maxima = np.max(temperaturas_np)
temp_minima = np.min(temperaturas_np)

# Redondear los datos de temperatura
temp_promedio = round(temp_promedio, 2)
temp_maxima = round(temp_maxima, 2)
temp_minima = round(temp_minima, 2)

# Imprimir los datos de temperatura redondeados
print("Temperatura Promedio:", temp_promedio)
print("Temperatura Maxima:", temp_maxima)
print("Temperatura Minima:", temp_minima)

```

Fuente: Los Autores

Como se muestra en las figuras 3.4. y 3.5. se codifico a través del lenguaje Python la lectura de temperaturas de la cámara MLX90640, calcula estadísticas básicas sobre estas temperaturas y almacena los datos.

Después de comprobar la correcta captura de las imágenes térmicas, se asigna a cada lechón un número identificador único, realizado con un material aislante al calor. Esto permite que cada lechón sea claramente identificable en las imágenes térmicas como se observa en la figura 3.6.

Figura 3.6. Lechones con identificadores individuales



Fuente: Los Autores

Figura 3.7. Ajuste de imagen térmica

```
# Ajustar la calidad de la imagen térmica
plt.figure(figsize=(8, 6))

# Ajusta la interpolación y el mapa de colores
plt.imshow(temperaturas_np, cmap='inferno')
nombre_archivo = time.strftime("%Y%m%d-%H%M%S") + '_imagen_termica.png'
ruta_archivo2 = os.path.join('images', nombre_archivo)
ruta_archivo3 = os.path.join('crops', nombre_archivo)

plt.imshow(temperaturas_np, cmap='inferno', interpolation='bilinear', aspect='auto')
# Ocultar ejes
plt.axis('off')
plt.savefig(ruta_archivo2, bbox_inches='tight', pad_inches=0)

img = cv2.imread(ruta_archivo2)
thermal_image = cv2.imread(ruta_archivo2, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
img_rgb = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
dim = (620,462)
resized = cv2.resize(img_rgb, dim)

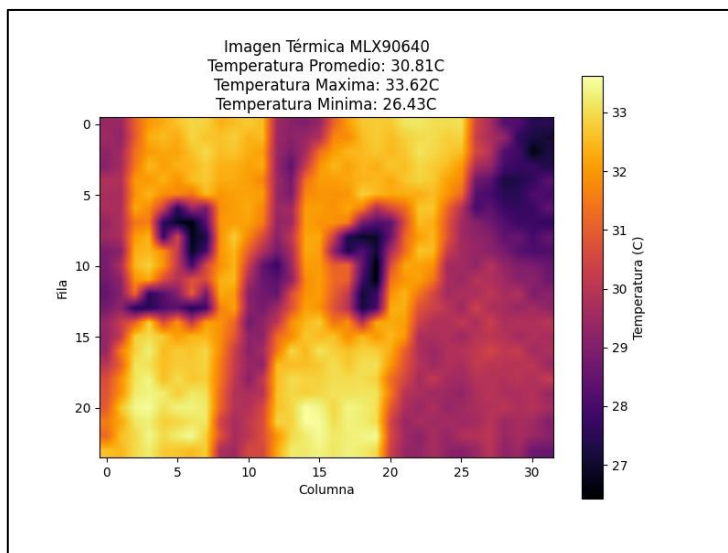
# Establecer un umbral (valor de ejemplo)
threshold_value = 110
```

Fuente: Los Autores

Como se aprecia en la figura 3.7., se ajusta el tamaño de la figura para mostrar la imagen térmica. Luego, la matriz de temperaturas capturada por la cámara térmica se muestra como una imagen utilizando el mapa de colores "inferno", lo que resalta las diferencias de temperatura. La interpolación se utiliza para

mejorar la calidad visual de la imagen térmica, suavizando la transición entre los píxeles y produciendo una imagen más nítida y detallada.

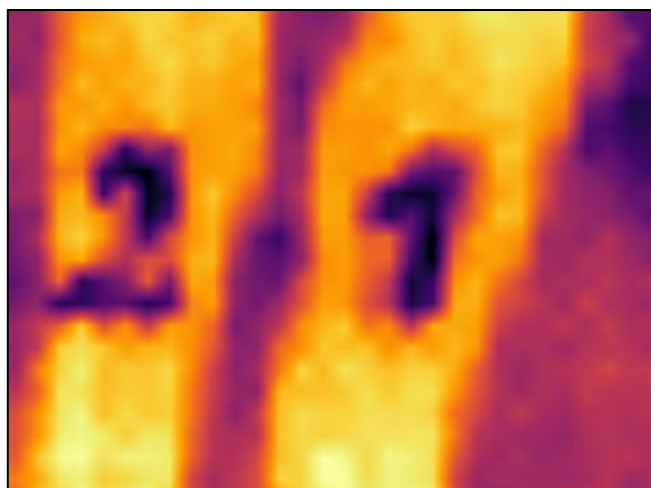
Figura 3.8. Matriz de temperatura capturada con ejes y mapa



Fuente: Los Autores

Para una presentación más limpia, se desactivan los ejes de la visualización, eliminando las marcas de graduación y etiquetas.

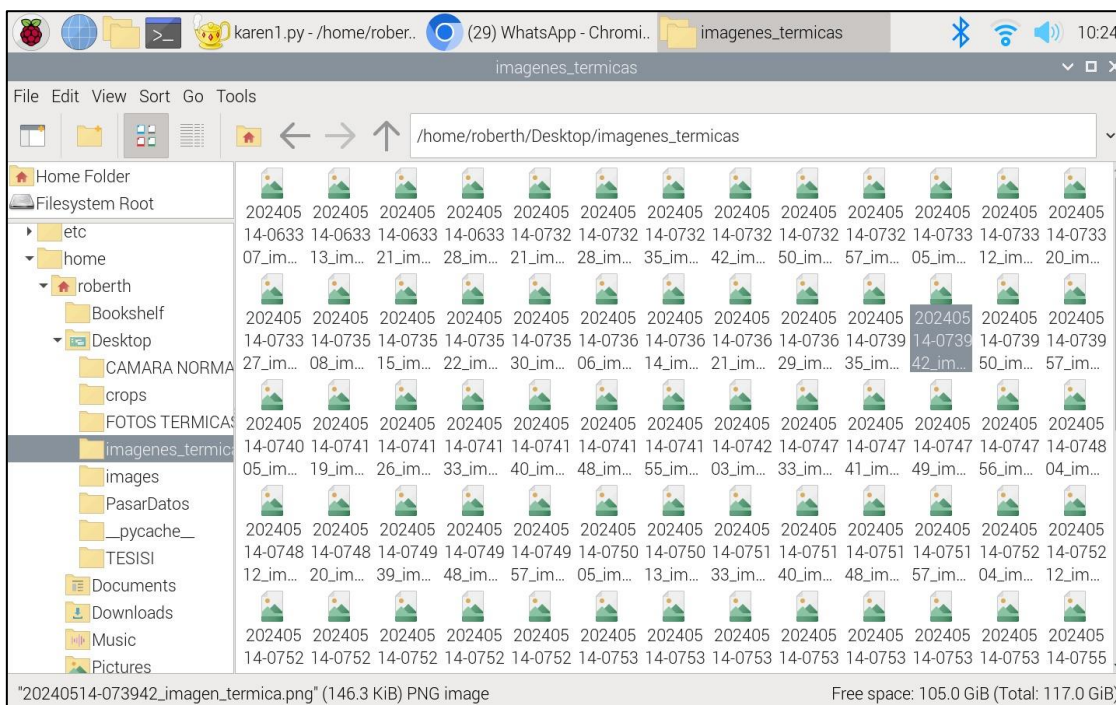
Figura 3.9. Imagen ya procesada sin ejes



Fuente: Los Autores

Luego, se genera un nombre de archivo único basado en la fecha y hora actual para evitar conflictos de nombres, y la imagen térmica se guarda en una carpeta designada llamada "imagenes_termicas".

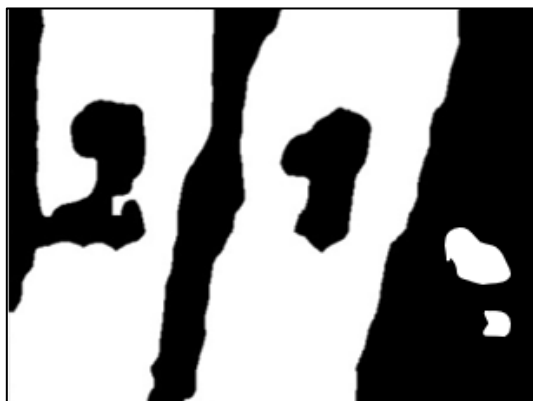
Figura 3.10. Carpeta donde guardan las imágenes



Fuente: Los Autores

El preprocesamiento de la imagen térmica comienza con la lectura de la imagen guardada utilizando OpenCV (cv2), seguido de su conversión a escala de grises para simplificar su manipulación. Luego, se convierte a formato RGB para visualización y análisis adicionales. La imagen redimensionada a 620x462 píxeles asegura una uniformidad en el tamaño, lo que facilita su posterior procesamiento y comparación con otras imágenes térmicas. Este proceso de preprocesamiento es crucial para preparar la imagen para análisis y detección de objetos.

Figura 3.11. Imagen preprocesada



Fuente: Los Autores

En la umbralización de la imagen térmica, se establece un valor de umbral para distinguir entre áreas de interés y el fondo. Este valor de umbral se utiliza para convertir la imagen térmica en una máscara binaria, donde los píxeles por encima del umbral se asignan a un valor de 255 (blanco) y los píxeles por debajo se asignan a 0 (negro). La máscara binaria resultante se utiliza para identificar las áreas con temperaturas anormales.

Figura 3.12. Código de postprocesamiento de las imágenes

```
# Aplicar el umbral
_, binary_mask = cv2.threshold(thermal_image, threshold_value, 255, cv2.THRESH_BINARY)

# Opcional: Aplicar operaciones de postprocesamiento
kernel = np.ones((5,5),np.uint8)
binary_mask = cv2.erode(binary_mask, kernel, iterations = 1)
binary_mask = cv2.dilate(binary_mask, kernel, iterations = 1)

from skimage.measure import label
from skimage.measure import regionprops

lab, num = label(binary_mask, return_num=True)
print(num)
dictionary=[]
for i in range(1,num+1):
    mask = lab == i
    prop = regionprops(mask.astype(np.uint8))
    conts,_ = cv2.findContours(np.uint8(mask), cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
    overlapped = cv2.drawContours(resized, conts, -1, (0,255,0), 5) #2
    dictionary.append([i,prop])
    bb=prop[0].bbox
    cortada=img[bb[0]:bb[2],bb[1]:bb[3]]
    nombre_archivo = time.strftime("%Y%m%d-%H%M%S") + '_imagen_termica.png'
    ruta_archivo3 = os.path.join('crops', nombre_archivo)
    cv2.imwrite(ruta_archivo3, cortada)
```

Fuente: Los Autores

Posteriormente, se aplican operaciones de postprocesamiento para refinar la máscara binaria. Estas operaciones incluyen la erosión y la dilatación, que se utilizan para eliminar pequeños artefactos y mejorar la detección de las áreas de interés como se observa en la figura 3.13. La erosión reduce el tamaño de los objetos blancos en la máscara, mientras que la dilatación los aumenta. Este proceso ayuda a limpiar la máscara y a resaltar las áreas de temperatura anormal de manera más precisa.

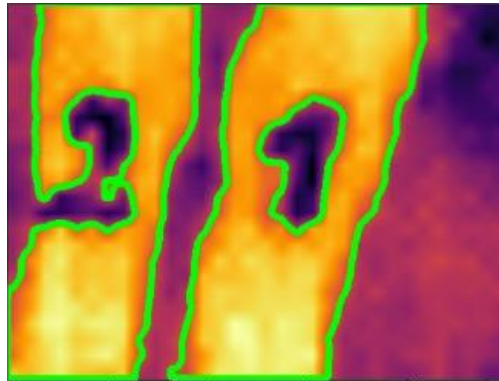
Figura 3.13. Imagen postprocesada sin objetos pequeños



Fuente: Los Autores

Se utilizò la biblioteca scikit-image para etiquetar y medir las regiones conectadas en la máscara binaria. después recorre cada región conectada identificada en la máscara binaria y se calcula su contorno. Se dibujan los contornos sobre la imagen redimensionada figura 3.14.

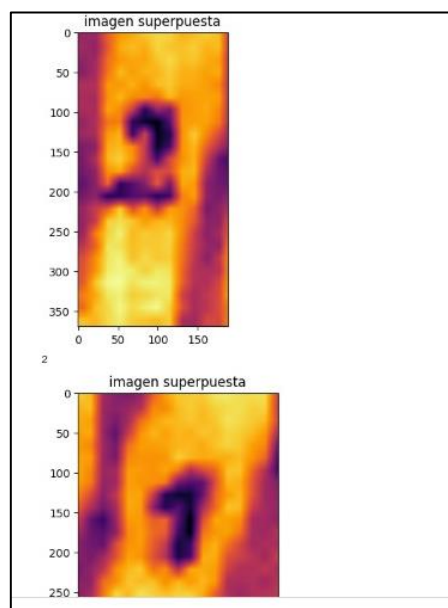
Figura 3.14. Imagen con contornos en el área de interés



Fuente: Los Autores

Después se recorta cada región conectada de la imagen original (img) utilizando las coordenadas del cuadro delimitador (bbox) de la región y se guarda como una imagen independiente en la carpeta "crops".

Figura 3.15. Separación de los objetos de la imagen

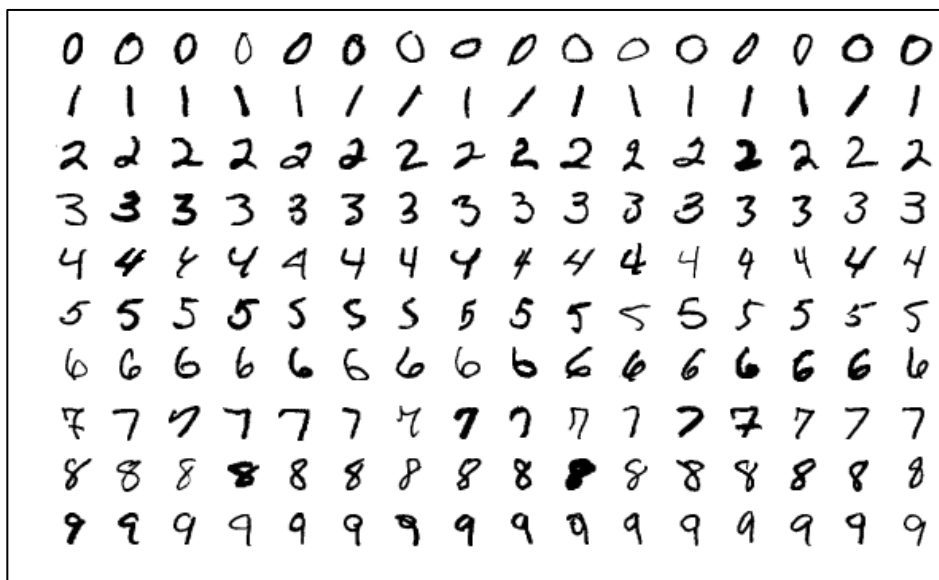


Fuente: Los Autores

Una vez que procesadas y separas las imágenes térmicas de los cerdos previamente identificados, se utilizó un modelo de red neuronal convolucional

CNN con conjunto de datos MNIST, el cuales un conjunto de datos para reconocimiento de dígitos escritos a mano, los modelos entrenados en MNIST pueden ser útiles para reconocer números en imágenes más generales. Y así poder identificar el número de cada porcino en caso de presentar algún tipo de anomalía en su temperatura corporal.

Figura 3.16. Ejemplos de conjunto de datos de DataSet Mnist



Fuente: Ultralytics

Figura 3.17. Código para identificar el número en la imagen

```
# Función para cargar y procesar la imagen térmica
def cargar_imagen_termica(ruta_imagen):
    imagen = cv2.imread(ruta_imagen, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
    imagen = cv2.resize(imagen, (28, 28)) # Redimensionar imagen al tamaño de entrada del modelo
    imagen = imagen.astype('float32') / 255 # Normalizar valores de píxeles entre 0 y 1
    imagen = np.expand_dims(imagen, axis=-1) # Agregar dimensión de canal (escala de grises)
    return imagen

# Cargar modelo CNN entrenado para reconocimiento de números con el conjunto de datos MNIST
modelo = tf.keras.models.load_model('modelo_numeros_mnist.h5')

# Función para identificar números en la imagen térmica usando el modelo CNN
def identificar_numero(imagen_termica):
    # Realizar predicción con el modelo CNN
    predicciones = modelo.predict(np.array([imagen_termica]))
    # Obtener el número predicho
    numero_predicho = np.argmax(predicciones)
    return numero_predicho
```

Fuente: Los Autores

En la figura 3.17 se puede observar la función llamada `cargar_imagen_termica` que se encarga de cargar y procesar una imagen térmica. Primero, lee la imagen térmica en escala de grises utilizando OpenCV (`cv2.imread`) desde la ruta

especificada. Luego, redimensiona la imagen a un tamaño de 28x28 píxeles, que es el tamaño de entrada esperado por el modelo de red neuronal convolucional (CNN). Después, normaliza los valores de los píxeles para que estén en el rango de 0 a 1 y agrega una dimensión adicional para representar el canal de color (escala de grises) utilizando `np.expand_dims`. Finalmente, devuelve la imagen procesada.

Además, el código carga un modelo CNN entrenado para reconocimiento de números utilizando el conjunto de datos MNIST. El modelo se carga desde un archivo llamado 'modelo_numeros_mnist.h5' utilizando TensorFlow (`tf.keras.models.load_model`).

También definió una función llamada `identificar_numero`, que toma una imagen térmica como entrada y utiliza el modelo CNN cargado para identificar el número presente en la imagen. Realiza una predicción con el modelo CNN y devuelve el número predicho

Para el mecanismo de alerta en caso de anomalía durante el monitoreo de los lechones, se utilizó la plataforma de mensajería instantánea en este caso Telegram.

Para esto se utilizó un bot de Telegram llamado "BotFather", este bot permite crear nuevos bots o cambiar la configuración de los que ya existen, es decir, llevar a cabo su administración y gestión.

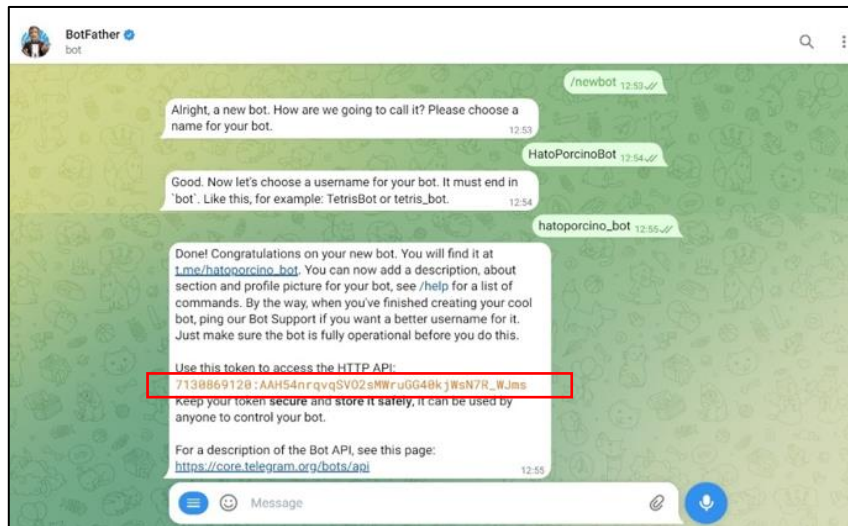
Figura 3.18. Bot de Telegram "BotFather"



Fuente: Telegram

Primero, creamos el nuevo bot utilizando el comando "/newbot". BotFather nos solicita un nombre y un nombre de usuario para el nuevo bot, los cuales se asignaron como "HatoPorcinoBot". Después de seguir las indicaciones, el bot nos muestra un mensaje con los detalles del nuevo bot creado, incluyendo el token de acceso que fue utilizado para establecer la conexión del sistema a Telegram. Este token de acceso API es fundamental para que el sistema pueda interactuar con el bot creado en la plataforma de Telegram.

Figura 3.19. Creación de Bot y token de acceso



Fuente: Telegram

Se realizó la función llamada **enviar_notificacion_telegram** que se encarga de enviar una notificación a través de Telegram a los encargados del hato porcino. La función toma dos parámetros como entrada: `numero_porcino` y `temperatura`.

Dentro de la función, se define el token del bot de Telegram y se construye la URL de la API de Telegram para enviar el mensaje. Luego, se crea el mensaje de notificación utilizando los parámetros proporcionados, que incluyen el número del porcino y la temperatura actual. El mensaje se envía utilizando una solicitud POST a la URL de la API de Telegram con los datos del chat y el texto del mensaje.

Figura 3.20. Configuración de Bot

```

# Función para enviar notificación a través de Telegram
def enviar_notificacion_telegram(numero_porcino, temperatura_ideal):
    token = "7130869120:AAH54nrqvqSV02sMwruGG40kjwsN7R_WJms"
    url = "https://api.telegram.org/bot" + token + "/sendMessage"
    mensaje = f"¡Alerta de temperatura anormal! Porcino número {numero_porcino} con temperatura de {temperatura}°C fuera del rango ideal"
    data = {"chat_id": "1743337476", "text": mensaje}
    response = requests.post(url, data=data)

```

Fuente: Los Autores

En la figura 3.21. se realizó la función de, **asociar_numero_porcino**, se encarga de asociar el número del porcino con el píxel de temperatura anormal, determinando si la temperatura máxima detectada está por encima de 43°C o por debajo de 38°C. Para hacer esto, toma como entrada la matriz de temperaturas (`temperaturas_np`), la temperatura máxima (`temp_maxima`) y los números identificados en la imagen térmica (`numeros_identificados`).

Primero, encuentra la posición del píxel con la temperatura máxima no aceptable utilizando la función `np.argmax`. Luego, si la temperatura máxima excede los 43°C, se asocia el número del porcino al píxel de temperatura máxima y se envía una notificación de alerta utilizando la función `enviar_notificacion_telegram`. Del mismo modo, si la temperatura máxima es inferior a 38°C, también se asocia el número del porcino al píxel de temperatura máxima y se envía una notificación de alerta.

Figura 3.21. Asociación de numero de lechón con temperatura anormal

```

9 # Función para asociar el número del porcino con el píxel de temperatura anormal
10 def asociar_numero_porcino(temperaturas_np, temp_maxima, numeros_identificados):
11     # Encontrar la posición del píxel de temperatura máxima no aceptable
12     max_index = np.unravel_index(np.argmax(temperaturas_np), temperaturas_np.shape)
13
14
15     # Si la temperatura máxima es anormal, asociar el número del porcino al píxel de temperatura máxima
16     if temp_maxima > 43:
17         porcino_maxima = numeros_identificados[max_index[0], max_index[1]]
18         enviar_notificacion_telegram(porcino_maxima, temp_maxima, 43)
19
20     # Si la temperatura máxima es anormal, asociar el número del porcino al píxel de temperatura máxima
21     if temp_maxima < 38:
22
23         porcino_maxima = numeros_identificados[max_index[0], max_index[1]]
24         enviar_notificacion_telegram(porcino_maxima, temp_maxima, 38)

```

Fuente: Los Autores

El monitoreo de los lechones a través de cámaras térmicas representa un avance significativo en la gestión y cuidado de los porcinos. Estas prácticas, ofrecen una serie de beneficios que contribuyen a garantizar la salud, el bienestar y la productividad de los lechones.

Una de las ventajas más destacadas de este enfoque radica en la capacidad de detectar tempranamente cambios en la temperatura corporal de los lechones. Las cámaras térmicas pueden identificar variaciones térmicas que podrían indicar la presencia de enfermedades o condiciones de estrés en los animales. Este monitoreo no intrusivo permite una vigilancia constante sin causar estrés adicional a los lechones, lo que es crucial para mantener su bienestar.

Interfaz web para gestión de datos

Y como última función está la gestión de información de los neonatales y generación de reportes la cual se desarrolló una interfaz web que empleó la metodología PROGRAMACIÓN EXTREMA (XP) que cuenta con 4 fases descritas a continuación:

FASE DE PLANIFICACIÓN

Para la ejecución de la interfaz web, dentro del punto de planificación se realizó la entrevista (**Anexo 2**) al Encargado del área de Hato porcino ESPAM, recaudando la información y después el análisis de la información recopilada y los requisitos funcionales y no funcionales, se crearon las historias de usuario detalladas, priorizadas en función de su importancia. En total, se identificaron 9 historias, cada una con su descripción correspondiente y nivel de prioridad. Como se muestra en la Tabla 3.12.

Estas mismas forman parte del documento de especificación de requerimientos IEEE 830 (**Anexo 3**).

Tabla 3.12. Historia de usuario Sitio Web

N.º	Historia de Usuario	Enunciado de la Historia de Usuario	Prioridad
HU01	Registro de cuenta	Como Administrador, necesito poder registrar mis datos, con la finalidad de poder logearme en el sistema.	Alta
HU02	Inicio de sesión	Como Administrador, necesito contar con un inicio de sesión acceder con mis credenciales (usuario y contraseña), con la finalidad de poder acceder al sistema.	Alta
HU03	Recuperación de contraseña	Como usuarios del sistema, necesito que en el login cuente con la opción de recuperar una contraseña olvidada con la finalidad de restablecer la contraseña.	Media
HU04	Menú de opciones	Como Administrador, necesito que el sistema tenga un menú de opciones que permitan acceder a las diferentes vistas, con la finalidad de tener un acceso más optimizado a las vistas y opciones que tenga el sistema.	Alta
HU05	Visualización de Temperatura Ambiente y humedad	Como administrador del sistema, necesito que se muestre la temperatura y humedad del hato porcino con la finalidad de llevar control en tiempo real de la temperatura.	Alta
HU06	Visualización de Temperatura Máxima y mínima Corporal de los neonatales	Como administrador, necesito que el sistema me muestre la temperatura de los neonatales a lo largo del día , con la finalidad de llevar el control de temperatura corporal.	Alta
HU07	Registro de parto	Como Administrador , necesito que haya un formulario que me permita registrar los partos en el hato porcino, con la finalidad de poder tener un registro de los mismo.	Media
HU08	Registro de neonatales	Como Administrador , necesito que haya un formulario que me permita registrar los partos en el hato porcino, con la finalidad de poder tener un registro de los mismo.	Baja
HU09	Generar reporte	Como Administrador , necesito poder generar reportes de todos los datos ingresados y obtenidos, con la finalidad de generar documentos tipo pdf para descargar.	Media

Una vez que se identificaron las historias de usuario, se procedió a definir los tiempos de cada iteración en la lista de tareas, siguiendo los principios de la

metodología XP. Esto resultó en la división del proyecto en cuatro bloques, donde se presenta un listado detallado de tareas tal como lo muestra en la tabla 3.13. para la creación y codificación del sitio web, conforme a la metodología XP:

Tabla 3.13. Listado de tareas por fases

Tarea	Descripción de Tarea
Fase de Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de historias de usuario mediante entrevistas con el personal encargado del hato porcino. • Priorización de historias de usuario según su importancia y valor para el cliente. • Planteamiento de Tareas por Fases.
Fase de Diseño:	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de prototipos para visualizar el diseño y la interfaz del sitio web. • Elección de plantilla Admi para funciones específicas • Elaboración de diagramas UML para la estructuración del sistema. • Diseño del modelo de base de datos para la gestión de los datos del sistema.
Fase de Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Elección de herramienta de codificación • Escritura y desarrollo del código necesario para implementar las funcionalidades del sistema. • Programación en parejas (pair programming) para asegurar la calidad y consistencia del código. • Iteración continua para agregar nuevas funcionalidades y realizar ajustes según la retroalimentación recibida. • Implementación de pruebas unitarias para validar el funcionamiento de cada componente del sistema.
Fase de Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de pruebas unitarias para verificar el funcionamiento individual de cada componente. • Pruebas automatizadas continuas para detectar posibles errores y anomalías en el sistema. • Pruebas de aceptación por parte del cliente para validar que el sistema cumple con sus requisitos y expectativas.

Fuente: Los Autores

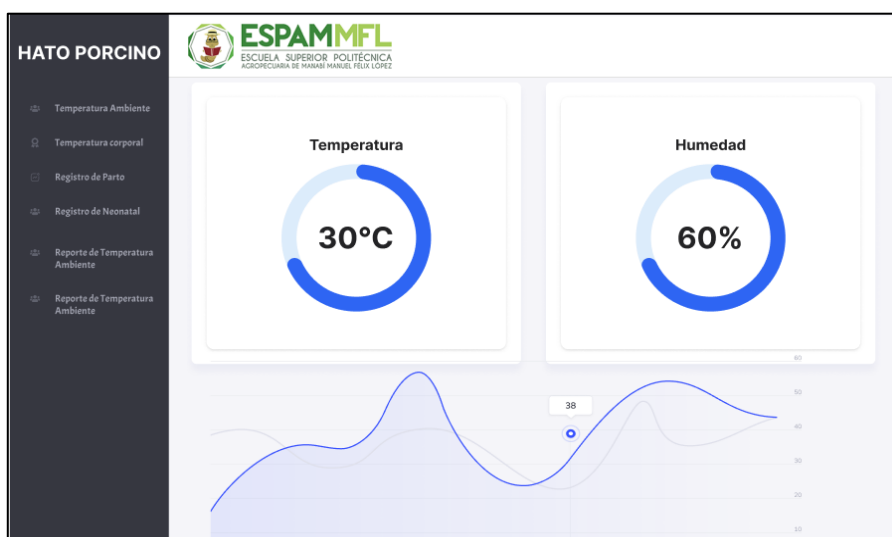
FASE DE DISEÑO

Definida requisitos funcionales y no funcionales expuesto en las tablas 3.2 y 3.3, se procedió a elaborar los diagramas UML de comportamiento utilizando la herramienta en línea "Lucidchart". Estos diagramas incluyeron un diagrama de casos de uso, un diagrama de clases y un diagrama de arquitectura. El diagrama de casos de uso permitió representar los diferentes escenarios de interacción entre la interfaz web y los usuarios/administradores. Estos diagramas se

encuentran detallados en el documento ERS (**Anexo 3**) y en este mismo esta el diseño del modelo de base de datos.

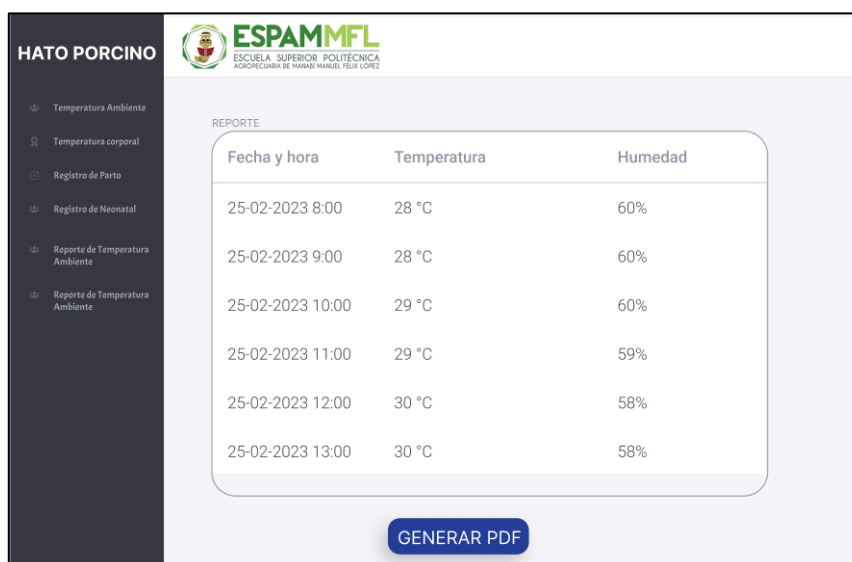
Durante la fase de diseño, se determinó que se utilizaría el patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC) para estructurar la interfaz web, ya que proporciona una organización eficiente y comprensible para el administrador. Se creó un prototipo del sitio web utilizando el software de prototipado web “Figma”. Este prototipo permitió obtener una vista previa del diseño del menú principal y de cómo podría mostrarse la información de temperatura, las figuras 3.2. y 3.3. muestran el prototipo del sitio web.

Figura 3.22. Prototipo vista de Temperatura y Humedad del Hato Porcino



Fuente: Los Autores

Figura 3.23. Prototipo de vista de Generador de Reporte



Fuente: Los Autores

El prototipo que se presenta es básico debido a las limitaciones del software “Figma”, sin embargo, cumple su propósito al representar visualmente la idea del diseño que se busca implementar. Las vistas completas del sitio web se detallan en el manual de usuario **(Anexo 5)**.

FASE DE DESARROLLO

Durante la fase de desarrollo y codificación del proyecto, se siguió la metodología XP para garantizar la entrega temprana y frecuente de software funcional y de alta calidad. Se utilizó un entorno de desarrollo compuesto por el framework Laravel y el editor de código Visual Studio Code, con el lenguaje de programación PHP como base. Además, se empleó la biblioteca de Bootstrap para facilitar el diseño y la implementación de la interfaz de usuario, asegurando una experiencia visual atractiva y consistente.

Para el manejo de la base de datos, se optó por utilizar MySQL debido a su fiabilidad, rendimiento y amplia compatibilidad con Laravel. MySQL proporciona una solución sólida y escalable para almacenar y gestionar los datos del sistema, garantizando la integridad y seguridad de la información.

Durante la fase de desarrollo, se siguió el enfoque de programación en parejas (pair programming) en el que dos programadores trabajan juntos en el mismo código, lo que facilita la revisión y la detección temprana de errores. Esto asegura que el código se desarrolle de manera más eficiente y con una calidad superior.

Ahora se muestra un resumen en base las historias de usuario que se estableció anteriormente:

HU01 REGISTRO DE CUENTA

Se implementó la funcionalidad de registro de cuenta, permitiendo al Administrador introducir sus datos para poder acceder al sistema en el futuro. Esto facilita el proceso de inicio de sesión al proporcionar credenciales válidas para autenticarse.

Figura 3.24. Vista de Registro de cuenta

Fuente: Los Autores

HU02 INICIO DE SESIÓN

Se desarrolló la vista de inicio de sesión que permitía al Administrador acceder al sistema proporcionando sus credenciales de usuario y contraseña, de los datos anteriormente ingresados en el formulario de registro. Esta funcionalidad garantiza un acceso seguro al sistema, restringiendo la entrada solo a usuarios autorizados.

Se añadió la opción de recuperación de contraseña en la pantalla de inicio de sesión, brindando a los usuarios la posibilidad de restablecer su contraseña en caso de olvido. Esta característica proporciona una solución conveniente para los usuarios que han perdido acceso a sus cuentas.

Figura 3.25. Vista de inicio de sesión

Fuente: Los Autores

HU03 MENÚ DE OPCIONES

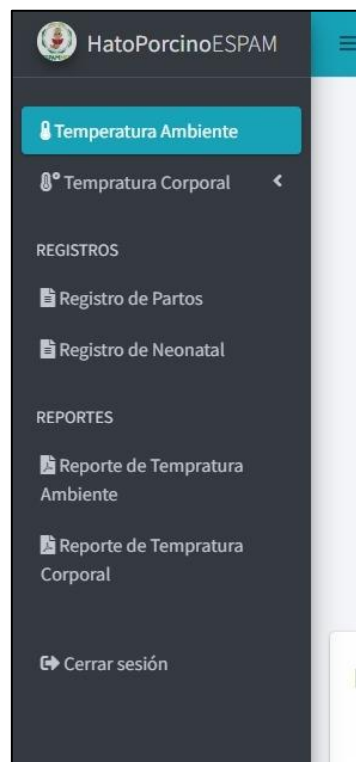
Se creó un menú de opciones para el sistema, ofreciendo al Administrador un acceso organizado y optimizado a las diversas vistas y funciones disponibles. Esta característica mejora la experiencia del usuario al proporcionar una navegación intuitiva dentro del sistema.

Figura 3.26. Vista Home de la página web



Fuente: Los Autores

Figura3.27. Menú de opciones

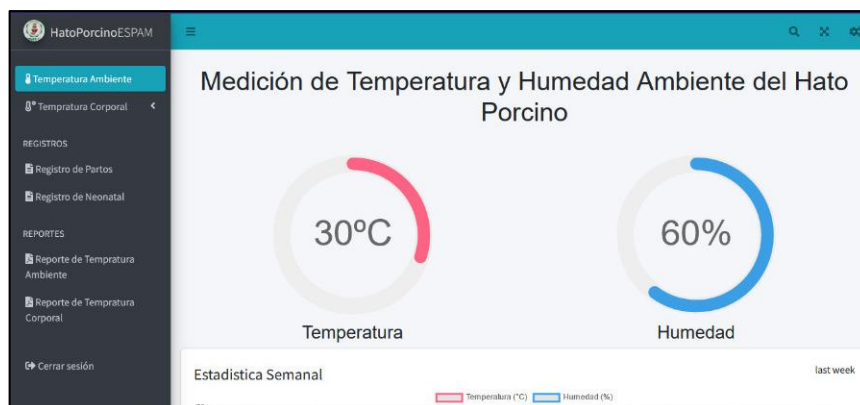


Fuente: Los Autores

HU04 VISUALIZACIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD

Se implementó una función de visualización en tiempo real de la temperatura y humedad del hato porcino, permitiendo al Administrador monitorear de manera eficiente las condiciones ambientales. Esta herramienta facilita el seguimiento continuo de la temperatura y humedad para garantizar un entorno adecuado para los animales.

Figura 3.28. Vista de Temperatura y humedad del Hato porcino



Fuente: Los Autores

HU05 VISUALIZACIÓN DE TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA CORPORAL DE LOS NEONATALES

Se desarrolló una función que muestra la temperatura corporal de los neonatales a lo largo del día, proporcionando al Administrador datos precisos para monitorear la salud y el bienestar de los animales jóvenes. Esta característica permite un control efectivo de la temperatura corporal para garantizar un crecimiento saludable.

Figura 3.29. Vista de Temperatura Corporal de los neonatales



Fuente: Los Autores

HU06 REGISTRO DE PARTO

Se creó un formulario para registrar los partos en el hato porcino, brindando al Administrador una herramienta para mantener un registro detallado de los nacimientos. Esta funcionalidad facilita el seguimiento de la reproducción y la gestión de la población porcina.

Figura 3.30. Vista de registro de parto

The screenshot shows a web application interface for 'HatoPorcinoESPAM'. On the left is a dark sidebar with navigation options: 'Temperatura Ambiente', 'Temperatura Corporal', 'REGISTROS' (with 'Registro de Partos' selected), 'Registro de Neonatal', and 'REPORTES' (with 'Reporte de Temperatura Ambiente' and 'Reporte de Temperatura Corporal'). The main content area is titled 'Registro de Partos Porcinos' and contains the following form fields: 'Raza' (text input), 'Fecha de Parto' (date picker), 'Hora de Parto' (time picker), 'Numero de neonatales total Nacidos' (number input), 'Numero de neonatales Vivos' (number input), 'Numero de neonatales Muertos' (number input), and 'Observación' (text area). A blue 'Guardar Datos' button is located at the bottom of the form.

Fuente: Los Autores

HU07 REGISTRO DE NEONATAL

Se implementó un formulario para registrar los neonatales nacidos en el hato porcino, permitiendo al Administrador mantener un registro actualizado de los animales jóvenes. Esta característica proporciona una herramienta integral para la gestión y seguimiento de la población porcina en todas las etapas de desarrollo.

Figura 3.31. Vista de Registro de neonatal

The screenshot shows the 'Registro de Cerdos Recién Nacidos' form in the HatoPorcinoESPAM system. The sidebar is identical to the previous figure. The main content area is titled 'Registro de Cerdos Recién Nacidos' and contains the following form fields: 'Raza' (text input), 'Color' (text input), 'Fecha de Nacimiento' (date picker), 'Sexo' (dropdown menu with 'Macho' selected), 'Peso (kg)' (number input), and 'Observaciones' (text area). A blue 'Guardar Datos' button is located at the bottom of the form.

Fuente: Los Autores

HU08 REPORTE

Se agregó la capacidad de generar informes que recopilan todos los datos de temperatura corporal y ambiental obtenidos en el sistema, permitiendo al Administrador crear documentos PDF descargables. Esta funcionalidad ofrece una manera conveniente de analizar y compartir información importante sobre el hato porcino y su gestión.

Figura 3.32. Vista de Reporte



Fecha y Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)
2024-02-15 08:00:00	25	60
2024-02-15 09:00:00	25	60
2024-02-15 10:00:00	26	60
2024-02-15 11:00:00	25	60
2024-02-15 12:00:00	25	58
2024-02-15 13:00:00	26	60

Fuente: Los Autores

FASE DE PRUEBAS

Para esta etapa, se llevaron a cabo pruebas unitarias con el propósito de garantizar el correcto funcionamiento de todas las funcionalidades previamente codificadas. Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas de todas las funcionalidades de la aplicación para garantizar su correcto funcionamiento. Una vez concluidas todas las pruebas y corregidos los errores detectados, se elaboró un informe detallado que describe cada prueba realizada, sus resultados y el estado alcanzado por cada funcionalidad, de acuerdo con los requisitos y las historias de usuario establecidas para el proyecto (**Anexo 6**).

3.4 REVISIÓN

En esta última fase, de revisión del sistema domótico desarrollado para el control de la temperatura ambiental y corporal en los galpones del hato porcino. Se centra en verificar el correcto funcionamiento y desempeño del sistema en condiciones reales, tanto en entornos de prueba como en producción.

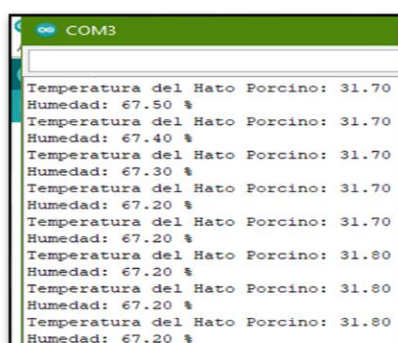
Durante la fase de revisión, se llevaron a cabo pruebas en frío y caliente para validar la integración y funcionamiento adecuado de todos los componentes del sistema. Además, se evaluó el rendimiento del sistema en situaciones simuladas de producción, midiendo métricas clave como la velocidad de respuesta, la precisión de las mediciones y la generación adecuada de notificaciones.

3.4.1. PRUEBAS EN FRÍO

Las pruebas en frío se llevaron a cabo para verificar la integración y funcionamiento adecuado de los componentes del sistema domótico, incluyendo el sensor ambiental, la cámara térmica, el microcontrolador Arduino, la Raspberry Pi y el servidor MQTT.

Para garantizar la efectividad del sensor DHT22 integrado en el Arduino, se realizó una prueba validación. Se compiló el código correspondiente y se procedió a monitorear los resultados en el Monitor Serie del IDE de Arduino. Durante esta evaluación, se confirmó que el sensor proporcionaba lecturas precisas y consistentes, indicando su correcto funcionamiento. Los datos capturados se presentaron claramente en la figura 3.33, evidenciando mediciones sin errores ni inconvenientes. Esta prueba confirma la confiabilidad del sensor DHT22 al recolectar datos de temperatura de manera precisa y sin problemas.

Figura 3.33. Validación del funcionamiento del sensor DHT22

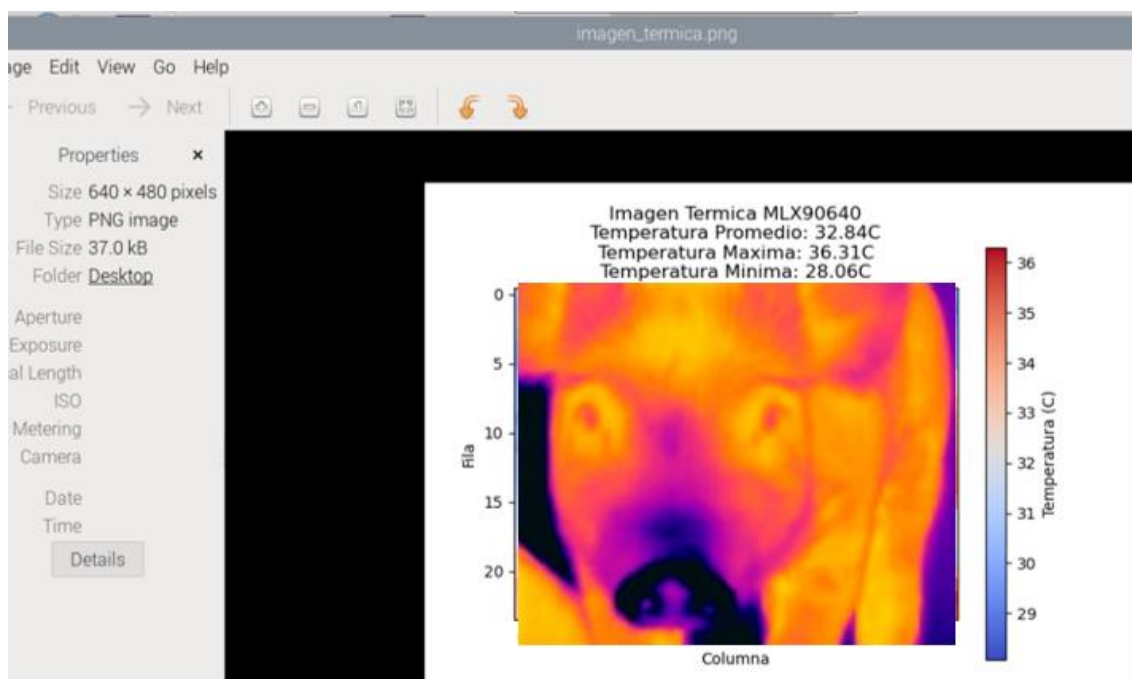


```
COM3
Temperatura del Hato Porcino: 31.70
Humedad: 67.50 %
Temperatura del Hato Porcino: 31.70
Humedad: 67.40 %
Temperatura del Hato Porcino: 31.70
Humedad: 67.30 %
Temperatura del Hato Porcino: 31.70
Humedad: 67.20 %
Temperatura del Hato Porcino: 31.70
Humedad: 67.20 %
Temperatura del Hato Porcino: 31.80
Humedad: 67.20 %
Temperatura del Hato Porcino: 31.80
Humedad: 67.20 %
Temperatura del Hato Porcino: 31.80
Humedad: 67.20 %
```

Fuente: Los Autores

La cámara térmica integrada en la Raspberry Pi 4 fue sometida a pruebas para verificar su funcionamiento adecuado. Como se muestra en la figura 3.6, se procedió a capturar imágenes utilizando la cámara térmica, y los resultados obtenidos revelaron una correcta captura de la imagen, sin anomalías evidentes. Estos resultados incluyeron mediciones precisas de la temperatura promedio, máxima y mínima en el área escaneada por el sensor, lo que indica un correcto funcionamiento de la cámara térmica. La visualización de estos datos proporciona una confirmación sólida de la capacidad de la cámara térmica para capturar y analizar con precisión la temperatura en el entorno de interés.

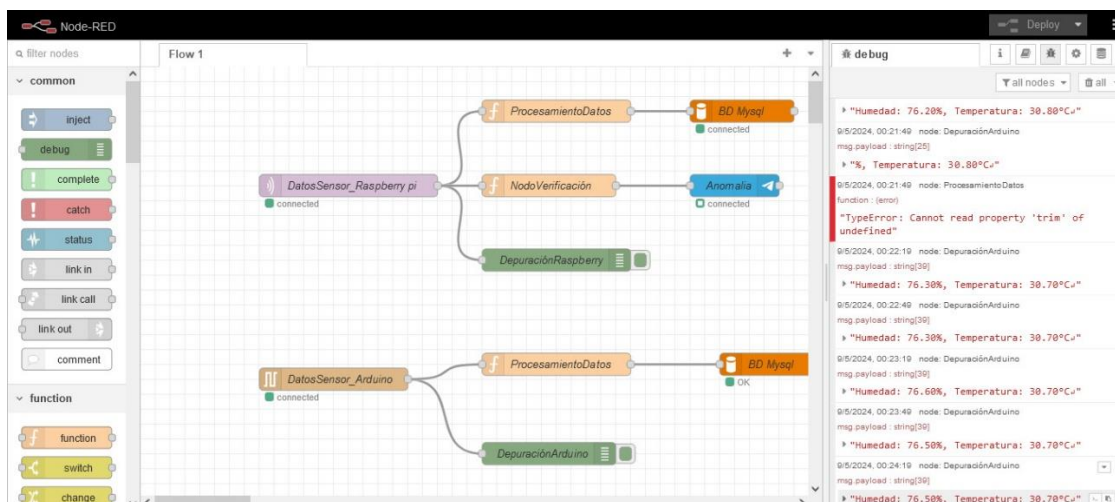
Figura 3.34. Imagen obtenida por la cámara térmica



Fuente: Los Autores

Para validar la correcta conexión entre MQTT y Node-RED, se llevó a cabo una prueba en frío. Durante esta prueba, se estableció dos nodos de depuración en Node-RED para monitorear y verificar la llegada de los datos recolectados por los componentes del sistema. Estos nodos de depuración permitieron visualizar en tiempo real los datos a medida que ingresaban al sistema, lo que facilitó la detección de cualquier anomalía o problema de conexión. En la figura 3.7. se muestra el flujo completo y se puede evidenciar la correcta entrada de los datos de la temperatura ambiental.

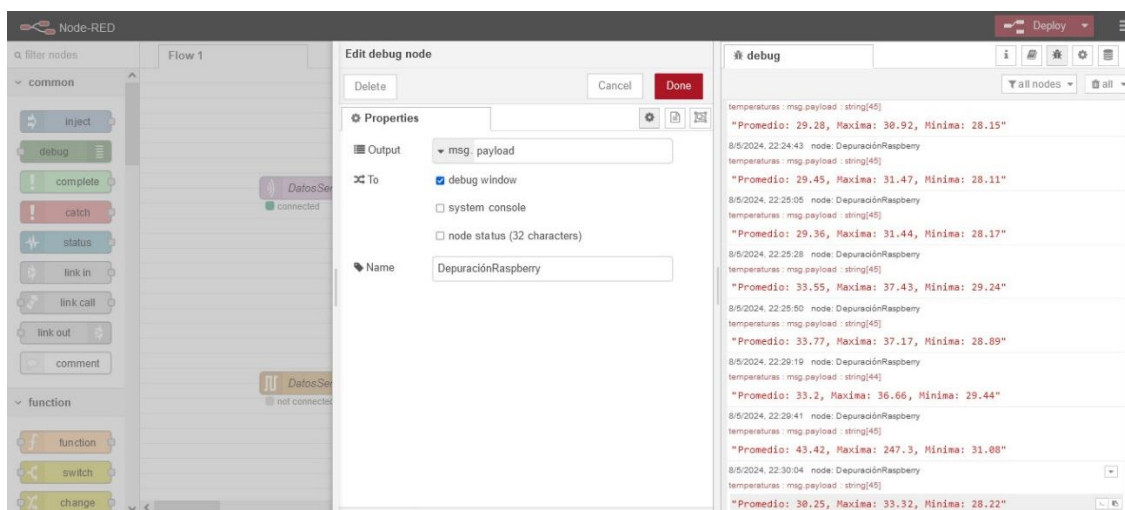
Figura 3.35. Flujo de la entrada de los datos del Sensor



Fuente: Los Autores

En la figura 3.36. se muestra también la correcta entrada de los datos de temperatura corporal de los lechones.

Figura 3.36. Flujo de la entrada de los datos de la cámara térmica



Fuente: Los Autores

Las pruebas realizadas confirmaron la correcta conexión de todos los dispositivos, asegurando una comunicación eficiente entre ellos. Esto proporciona una base sólida para el funcionamiento del sistema, garantizando que los componentes puedan intercambiar datos de manera efectiva y sin contratiempos.

Además, se verificó que los datos recopilados por los dispositivos fueran correctamente transmitidos a Node-RED para su procesamiento posterior. Esta confirmación es crucial, ya que Node-RED desempeña un papel central en la gestión y análisis de los datos en el sistema domótico. Al asegurar que los datos

lleguen de manera precisa y oportuna a Node-RED, se establece la base para su almacenamiento adecuado en la base de datos y su posterior utilización en la generación de reportes, control de dispositivos y otras funciones del sistema.

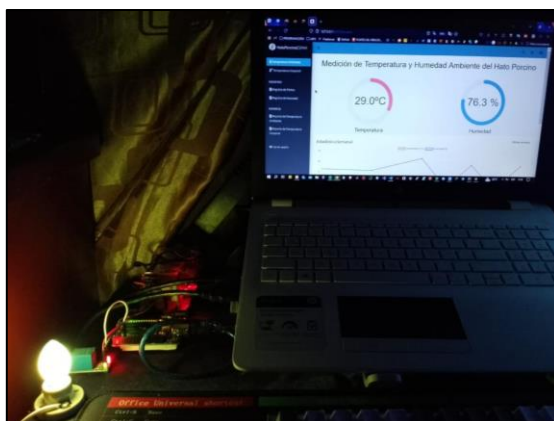
3.4.2. PRUEBAS EN CALIENTE

Después de realizar las validaciones del correcto funcionamiento de los equipos se realizaron las pruebas en caliente para evaluar el rendimiento del sistema en un entorno de producción simulado e implementado. Durante estas pruebas, se midieron métricas como la velocidad de respuesta del sistema ante cambios de temperatura, la precisión de las lecturas del sensor ambiental y la cámara térmica. Además, se verificó la generación adecuada de notificaciones en caso de detectar anomalías en la temperatura de los neonatales.

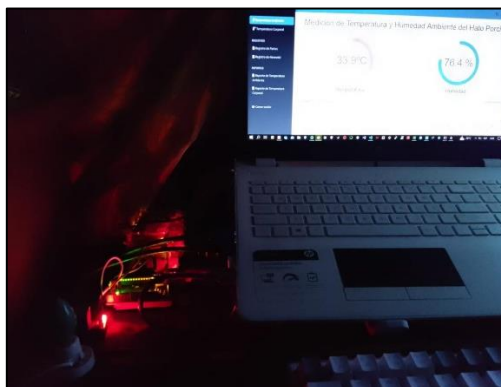
Durante la etapa de prueba en el prototipado simulado, se llevó a cabo una validación efectiva del sistema. Para demostrar el comportamiento deseado de encender un foco cuando la temperatura desciende por debajo de los 29°C y apagarlo cuando supera los 32°C, se realizó la prueba durante la noche, aprovechando que las temperaturas son naturalmente más bajas en ese momento.

Durante la prueba, se expuso intencionalmente el sensor a una fuente de calor para simular una temperatura más alta de lo habitual. Esto se hizo para verificar que el sistema reaccionara correctamente a las variaciones de temperatura y apagara la fuente de calor cuando la temperatura superaba los 32°C, y encendiera el foco cuando descendiera por debajo de los 29°C, tal como se muestra en las figuras 3.37. y 3.38.

Figura 3.37. Prueba en simulación foco encendido



Fuente: Los Autores

Figura 3.38. Prueba en simulación foco apagado

Fuente: Los Autores

Durante la prueba, el sistema demostró una respuesta inmediata y eficiente. Tan pronto como se registró una lectura de temperatura que cumplía con las condiciones establecidas, el sistema activaba el encendido o apagado del foco de manera instantánea. Esto destaca la rapidez de respuesta del sistema ante los cambios de temperatura, crucial para garantizar un control preciso y efectivo del ambiente en el hato porcino.

La prueba también se llevó a cabo en un entorno de producción, como se puede apreciar en la figura 3.39. de la termo cuna y el foco infrarrojo junto al lechón. En esta configuración real, se observa que el foco está encendido, lo cual indica que la temperatura ambiente es baja y requiere la activación del foco para mantener condiciones ideales para el lechón.

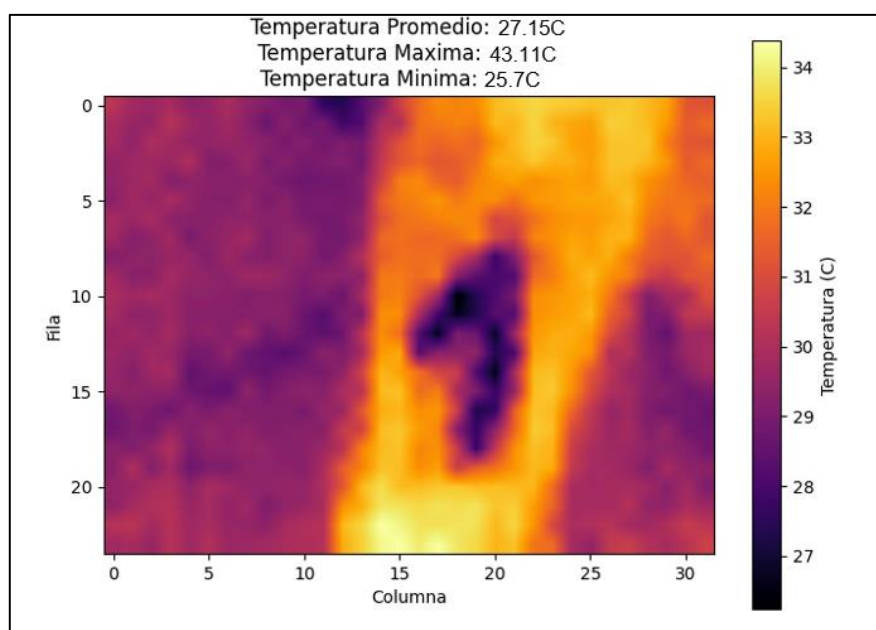
Figura 3.39. Prueba en entorno de producción

Fuente: Los Autores

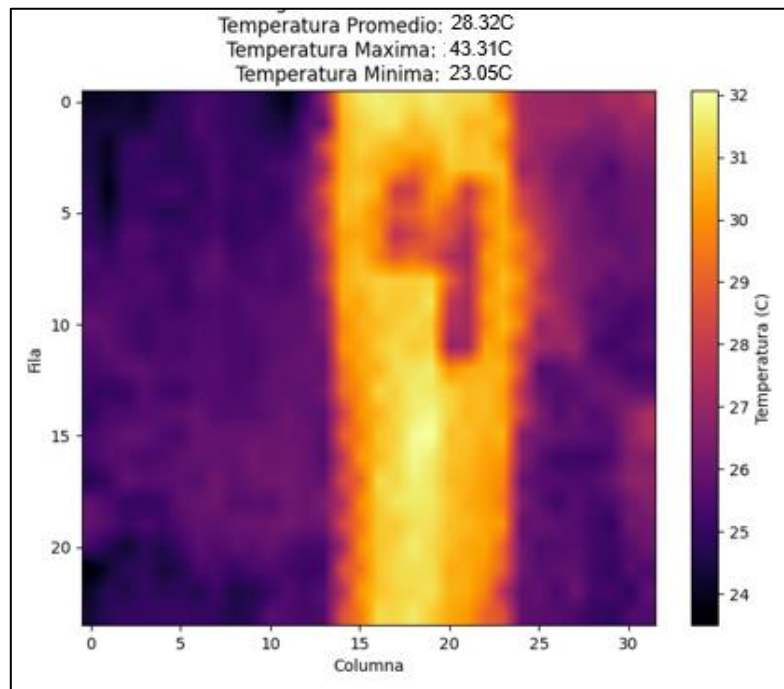
Esta validación en un entorno de producción es crucial, ya que demuestra la efectividad del sistema en situaciones reales dentro del hato porcino. La capacidad de controlar la temperatura ambiente de manera precisa y activar el dispositivo según las condiciones para garantizar el bienestar de los animales y el éxito del sistema domótico implementado.

Durante la fase de prueba en producción del sistema de monitoreo, para verificar la función de detección de anomalías en la temperatura corporal de los lechones. Para las pruebas simuladas, se utilizaron partes del cuerpo humano, como el brazo, en lugar de someter a los lechones a condiciones de temperatura extrema. Se colocó un identificador de material aislante del calor en el brazo, y se aplicaron compresas calientes para simular un aumento de temperatura, mientras que se aplicaron compresas heladas para simular una reducción de temperatura en el mismo. Estas pruebas se realizaron con éxito y se enviaron notificaciones después de detectar anomalías en las imágenes térmicas obtenidas.

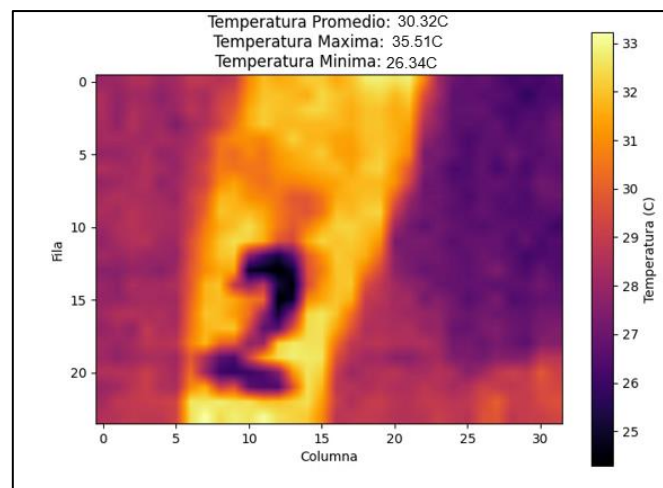
Figura 3.40. Foto de primera prueba exitosa



Fuente: Los Autores

Figura 3.41. Foto de segunda prueba exitosa

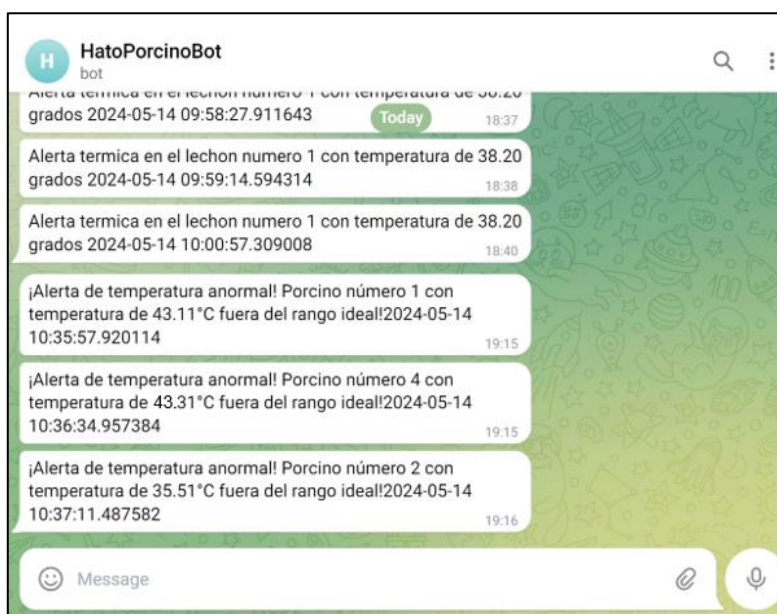
Fuente: Los Autores

Figura 3.42. tercera prueba exitosa

Fuente: Los Autores

En la figura 3.43 se evidencia las notificaciones generadas por el sistema cuando detecto las anomalías de las pruebas simuladas.

Figura 3.43. Alertas generadas en Telegram



Fuente: Los Autores

Esta notificación contiene información detallada sobre la anomalía detectada, incluyendo la identificación del lechón afectado y la temperatura anormal registrada. Esta respuesta rápida y precisa del sistema demostró su capacidad para identificar situaciones anormales y alertar al personal de manera oportuna para tomar acciones correctivas.

Es fundamental cumplir con las normativas del hato porcino y preservar el bienestar de los animales en todo momento. Por lo tanto, en lugar de exponer a los lechones a condiciones de estrés térmico o temperaturas extremas, se llevaron a cabo pruebas simuladas utilizando alternativas éticas y seguras. Este enfoque permitió realizar evaluaciones sin poner en riesgo la vida o el bienestar de los animales, respetando así los principios éticos y legales que rigen el cuidado de los animales en el hato porcino.

La prueba de generación del informe en el sitio web se realizó de manera rápida y precisa. Se verificó que el proceso de creación del reporte fuera ágil y que los datos recopilados se presentaran correctamente en el formato PDF. Se aseguró que el reporte incluyera la información sobre la temperatura de los lechones de forma clara y comprensible para los usuarios.

Figura 3.44. Reporte PDF generado

Fecha y hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)
2024-02-15 00:00:00	28 °C	95%
2024-02-15 01:00:00	28 °C	95%
2024-02-15 02:00:00	28 °C	95%
2024-02-15 03:00:00	28 °C	95%
2024-02-15 04:00:00	28 °C	94%
2024-02-15 05:00:00	28 °C	94%
2024-02-15 06:00:00	28 °C	94%
2024-02-15 07:00:00	28 °C	94%
2024-02-15 08:00:00	29 °C	94%
2024-02-15 09:00:00	29 °C	94%
2024-02-15 10:00:00	30 °C	94%
2024-02-15 11:00:00	30 °C	94%
2024-02-15 12:00:00	30 °C	93%
2024-02-15 13:00:00	30 °C	93%
2024-02-15 14:00:00	31 °C	93%
2024-02-15 15:00:00	30 °C	94%
2024-02-15 16:00:00	30 °C	94%
2024-02-15 17:00:00	30 °C	95%
2024-02-15 18:00:00	29 °C	95%

Fuente: Los Autores

Tras haber completado la fase de revisión con las pruebas en frío y caliente del sistema domótico, y al haber alcanzado los resultados esperados, se procedió a la puesta en marcha del sistema. Como se observa en la figura 3.45.

Figura 3.45. Instalación de prototipo en la termo cuna del hato porcino

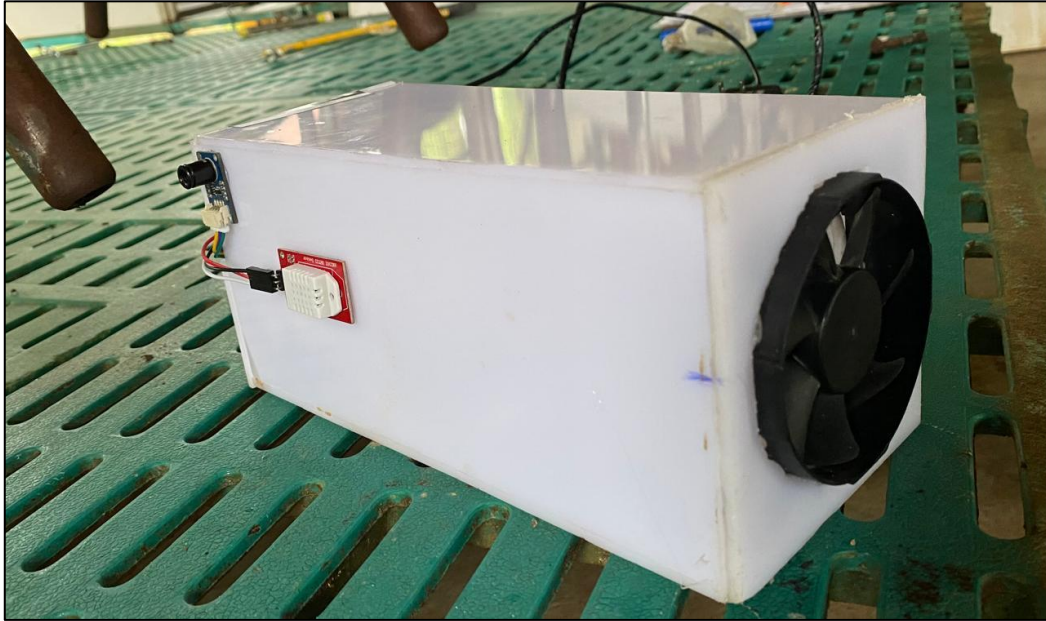


Fuente: Los Autores

Se presenta el sistema ya estructurado y protegido con un case protector fabricado en acrílico, el cual cuenta con ventilación integrada. Esta medida se ha implementado con el objetivo de salvaguardar la integridad y prolongar la vida útil de los componentes del sistema. El uso de material acrílico brinda una protección efectiva contra posibles daños externos. Además, la inclusión de

ventilación garantiza una adecuada circulación de aire, lo que contribuye a mantener una temperatura óptima y evitar el sobrecalentamiento de los componentes. Esta estructura robusta y cuidadosamente diseñada asegura la durabilidad y el rendimiento confiable del sistema a lo largo del tiempo.

Figura 3.46. Sistema estructurado



Fuente: Los Autores

La figura 3.47 exhibe el sistema integrado en la termo cuna, mostrando una disposición que facilita su funcionamiento y accesibilidad.

Figura 3.47. Sistema integrado en la termo cuna



Fuente: Los Autores

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Basándose en la investigación realizada, los autores concluyen que:

- Las entrevistas realizadas en el hato porcino de la ESPAM MFL proporcionaron datos cruciales para definir los requerimientos del sistema. La flexibilidad de este método permitió obtener información específica y relevante, facilitando así la comprensión de las necesidades particulares del hato porcino y sentando las bases para el diseño y desarrollo del sistema domótico.
- La revisión bibliográfica fue de gran importancia para seleccionar las herramientas óptimas. Se determinó que el sensor DTH22 y la cámara térmica modelo MLX9060 ofrecían la precisión y fiabilidad necesarias, mientras que el protocolo MQTT destacaba por su eficiencia en entornos de IoT. En cuanto a la arquitectura, se estructuró de manera óptima para permitir una comunicación eficiente y segura entre dispositivos y procesamiento de datos del sistema domótico. Este enfoque garantizó que el sistema estuviera respaldado por tecnologías sólidas y eficientes.
- Con base a los requerimientos y necesidades específicas de los técnicos responsables, se ejecutó una solución personalizada y óptima. Se desarrolló un sistema domótico que controla la temperatura ambiental en la cuna de los lechones, al mismo tiempo que monitorea la temperatura del corporal y envía alertas en caso de detectar anomalías en la temperatura de cualquiera de los porcinos. Además, se creó una interfaz web para visualizar estos datos en tiempo real y gestionarlos de manera organizada. Esta solución garantiza la máxima utilidad y eficacia del sistema en su totalidad, proporcionando una gestión eficiente y una respuesta inmediata ante cualquier situación anormal.
- Los resultados de las pruebas aplicadas validaron el correcto funcionamiento del sistema integrado. La solución desarrollada cumplió con los objetivos establecidos y proporcionó un rendimiento confiable y satisfactorio, asegurando así la satisfacción del cliente y el éxito del proyecto.

4.2 RECOMENDACIONES

En base a la investigación los autores recomiendan:

- Priorizar técnicas de recolección de datos que se centren en la problemática y necesidades específicas del proyecto desde el inicio. Los autores recomiendan realizar entrevistas y reuniones informales periódicas son herramientas valiosas para este propósito, ya que permiten una comprensión profunda de los desafíos a abordar. Al enfocarse en el problema y sus posibles soluciones desde el principio, se obtiene una visión más clara de lo que se va a desarrollar, lo que facilita la planificación y ejecución eficaz del proyecto.
- Realizar una investigación bibliográfica para seleccionar el hardware más adecuado. Optar por componentes de calidad respaldados por evidencia técnica sólida y elegir protocolos y arquitecturas eficientes en IoT garantiza una comunicación fluida entre dispositivos. Verificar que los componentes que sean compatibles entre sí desde el principio, evitando así la necesidad de utilizar varios microcontroladores para integrar el sistema. Esta investigación meticulosa es clave para el éxito del proyecto.
- Mantener el enfoque en las necesidades específicas del usuario al ejecutar soluciones personalizadas en proyectos futuros. Esto asegura que el sistema desarrollado satisfaga completamente las necesidades del cliente y maximice su utilidad y eficacia en su totalidad.
- Establecer un programa de mantenimiento regular y monitoreo del sistema para garantizar la continuidad del rendimiento confiable y satisfactorio. Esto permitirá identificar y abordar cualquier problema potencial que afecte la satisfacción del cliente.

BIBLIOGRAFÍA

- Arturi, M. (2020). Educación Superior y Sociedad ¿qué pasa con su vinculación?
Quito: Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior.
- ESPAM MFL. (2022). Filosofía, Misión y Visión.
<http://www.espam.edu.ec/web/universidad/filosofia.aspx>
- ESPAM MFL. (2016). Modelo Educativo. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”. Editorial Humus.
<https://www.espam.edu.ec/recursos/sitio/espam/ModeloEducativo2016.pdf>
- ESPAM MFL. (05 de febrero de 2021). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Carrera de Computación.
<http://www.espam.edu.ec/web/oferta/grado/computacion.aspx>
- ESPAM MFL. (05 de febrero de 2021). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
<http://www.espam.edu.ec/web/informativo/noticia.aspx?key=9092>
- ESPAM MFL. (09 de febrero de 2017). Código Ético ESPAM MFL. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
<http://www.espam.edu.ec/recursos/sitio/espam/CodigoEticoESPAMMFL.pdf>
- Oñate, A. F. (2020). Metodologías Ágiles Scrum, XP, SLeSS, Scrumban, HME, Mobile-D y MASAN empleadas en la industria de dispositivos móviles.
Tarapoto: Universidad Peruana Unión.
- AG Electronica. (15 de diciembre de 2021). DHT11-SENSOR-MODULE. Sensor de Humedad y Temperatura DHT11. Agelectronica.
<https://agelectronica.lat/pdfs/textos/D/DHT11-SENSOR-MODULE.PDF>
- AG Electronica. (22 de diciembre 2022). SKU17220 Modulo de camara Termografica MLX90640, 55FOV, 32X24 pixeles, interfaz I2C. Agelectronica. <https://agelectronica.lat/pdfs/textos/S/SKU17220.PDF>
- Agudelo, N. G. (2021). Sistema de Interoperabilidad para tecnologías celulares e inalámbricas establecidas en los estándares IEEE 802.15.1, IEEE

802.15.4, IEEE 802.11. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Arnaiz, V., Ribeiro, A. M., Kessler, A. M., Raber, M., & Kuana, S. (2015). Efecto del peso al destete, temperatura ambiental y energía metabolizable del pienso en lechones recién destetados *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4(4), 472- 478.

Benavente, L. M., & Chávez Aragón, F. E. (2022). Diseño e Implementación de un Robot Móvil Prototipo, en base a Tarjeta Raspberry Pi, para reemplazar las labores de un Enfermero Asistente en tiempos de pandemia Covid-19, Arequipa 2020 - 2022. Perú: Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11988>

Borja, E. R. (18 de agosto de 2020). Diseño de una arquitectura usando el protocolo Message Queue Telemetry Transport (MQTT) sobre plataformas de bajo coste, para monitorización de procesos industriales. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Botello, F. (2023). Diseño y desarrollo de una plataforma de comunicaciones descentralizada con WiFi Direct y protocolos M2M. Sevilla: Universidad de Sevilla. <https://hdl.handle.net/11441/150186>

Choque, R. (2023). Diseño de un prototipo Iot para el Control y Monitorización de Edificios utilizando Zigbee. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/34298>

Chuqui, R., & Castro, D. (2022). Despliegue y configuración de una red LoRawan usando una plataforma The Things Network (TTN) para dispositivos de Internet de las cosas (Iot). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23944>

Cirovic, M. (2020). *Electrónica fundamental: dispositivos, circuitos y sistemas*. California: Reverté.

Díaz, B., & Ayala, D. (2020). Red de alta velocidad que permite la cobertura de acceso a internet en parroquias rurales de América Latina. Ecuador: *Colloquium* editorial, 4(1). <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/383/3831589029/index.html>

- Cruz, E.; Almaguel, R.; Mederos, C. & González, C. (2019). Sistema de cama profunda en la producción porcina a pequeña escala. *Revista Científica*, 19(5), 495-499.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000500009&lng=es&tlng=es.
- González, D. (2021). Diseño de un dispensador automático de alimento concentrado para cerdos. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Feria, H.; Matilla, M.; & Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica?. *Didáctica y Educación*, 11(3), 62-79.
<https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/992>
- Hernández, E. M. (2020). Cámaras Termográficas (IR térmico). Universidad de La Laguna: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología.
<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/21422>
- Libardo, J. (2020). Prototipo industrial para el suministro de alimentos en la producción porcina en pie. Concepción: Udec.
- López, R. (2018). Enrutamiento y configuración de Redes. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina.
- Morales, J., Cedeño, L., Parraga, J., & Molina, B. (Agosto de 2018). *Propuesta Metodológica para Proyectos de Infraestructura Tecnológica en Trabajos de Titulación*. Obtenido de Scielo :
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000400249&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Vite Cevallos, H.; Molina Montero, B.; & Dávila Cuesta, J. (2018). Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software. *Espirales: Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 2 (17).
<https://doi.org/10.31876/re.v2i17.269>
- Ortega, I.; Sieres, J.; Cerdeira, F.; Álvarez, E.; & Santos, J. M. (2022). Experiencia con sensores de temperatura digitales para evaluar bombas

de calor. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Ediciones UPCT, 75-81. <http://hdl.handle.net/10317/11488>

Paez, I. (05 de enero de 2022). Sensor de Humedad. <https://es.scribd.com/document/599564548/Sensor-de-Humedad>

Pérez Vera, R. A. (2019). Sistema web de registro y control de los procesos reproductivos y venta de lechones en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación - Hato Porcino en la ESPAM-MFL. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/974>

Quiñonez, O. (2019). Internet de las cosas. California: Ibukku.

Romo, J., Silva, G., Guemez, H., Romo, A.; & Romo, J. (10 de marzo de 2022). Estrés por calor: Influencia sobre la fisiología, comportamiento productivo y reproductivo del cerdo. Revista Abanico. <https://www.youtube.com/watch?v=HHSio8kwjAg>

Sánchez, B. (2021). Persecución y manejo del estrés calórico en la producción porcina. Coyoacán: Vimifos SA.

Vásquez, E. (23 de enero de 2024). College Sidekick. Protocolo de red HTTP. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/1952496>

Vázquez Bautista, O. (2022). Raspberry Pi. Con-Ciencia, 9 (3), 36-40.

Vidaurre, H. R. (2020). Mantenimiento predictivo mediante la técnica de termografía para optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico. Chiclayo: Universidad César Vallejo.

Williams, S. (2021). *Manual de producción porcina*. Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata. Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/130187/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

**ANEXO 1. OFICIO DE SOLICITUD DE COLABORACIÓN PARA EL
PROYECTO DE SISTEMA DOMÓTICO EN EL HATO PORCINO**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA
DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

Carrera de Medicina Veterinaria



Memorando N°: ESPAM MFL-DCMV-2022-574-M

Calceta, 05 de julio de 2022

PARA: Mg. Ramón Joffre Moreira Pico
DIRECTOR CARRERA DE COMPUTACIÓN

ASUNTO: Solicitud de colaboración de estudiantes con trabajo de integración curricular para el Hato Porcino

Reciba atento saludos y éxitos en su gestión como Director de la Carrera de Computación de nuestra institución.

En virtud de conocer la excelencia académica de los estudiantes de la carrera que acertadamente Usted dirige, solicito de la manera más cordial que bajo su digno intermedio se gestione la colaboración de los estudiantes, Manuel Jacinto García Vera y Roberth Ronaldo Tóala Vera, estudiantes de noveno semestre de la Carrera de Computación de la ESPAM MFL, para el desarrollo del trabajo de integración curricular dentro de Carrera de Medicina Veterinaria, en la unidad de docencia investigación y vinculación Hato Porcino, en vista de que se han venido acarreado problemas con los procesos de parto porcino, dando así paso al desarrollo de la investigación denominada **SISTEMA DOMÓTICO PARA EL CONTROL DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL Y CORPORAL DENTRO DE LOS GALPONES DEL HATO PORCINO DE LA ESPAM MFL**, designando así al Mg. Mauro Guillen Mendoza como docente de apoyo logístico en el transcurso de la investigación.

Agradeciendo su apoyo y contribución, me suscribo.

Atentamente,



ERNESTO
ANTONIO
HURTADO

Dr. C. Ernesto Antonio Hurtado

DIRECTOR CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA, Encargado.

EAH/czc

**ANEXO 2. ENTREVISTA REALIZADA AL ENCARGADO DEL
HATO PORCINO PARA LA OBTENCIÓN DE REQUERIMIENTOS**



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



Carrera de
COMPUTACIÓN

Formato de la entrevista dirigida al encargado en la vigilancia y cuidado del área y sus galpones del hato porcino de la carrera de Medicina Veterinaria.

Fecha: 17 de octubre del 2022

Objetivo: La presente entrevista se realizó con el fin de entender a situación de la solicitud y plantear los requisitos funcionales y no funcionales, para lo cual se necesitó la presencia de los participantes.

PARTICIPANTES

MGS. Marco Antonio Alcívar Martínez <i>Encargado de Hato Porcino ESPAM MFL</i>	Entrevistado
Yimmy Salvador Loor Vera <i>Tutor del trabajo de Integración Curricular</i>	Entrevistador
Roberth Ronaldo Toala Vera <i>Autor del trabajo de Integración Curricular</i>	Entrevistador
Manuel Jacinto Garcia Vera <i>Autor del trabajo de Integración Curricular</i>	Entrevistador

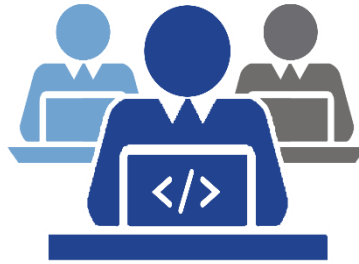
-
1. ¿Cómo controlan los gastos eléctricos en el hato?
 2. ¿Cuál es la temperatura adecuada de un porcino?
 3. ¿Qué tipo de información maneja?
 4. ¿Quiénes tienen acceso a la información?

5. ¿Cuáles son los factores que influyen en el estructurado eléctrico?

6. ¿Qué problema debe solucionar el sistema domótico?



**ANEXO 3. DOCUMENTACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE
SOFTWARE BASADO EN EL ESTANDAR IEEE 830**



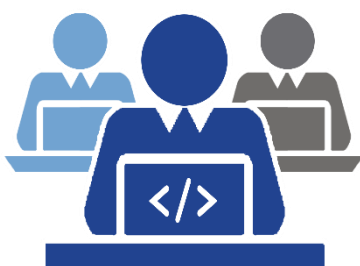
UNIDAD DE DESARROLLO COMPUTACIONAL

ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

OBJETIVO

Registrar los procesos y características definidas que debe cumplir el sistema web, de tal forma que estos requisitos puedan ser verificados y validados objetivamente.

PROCESOS OPERATIVOS: Planificación del proyecto de software



UNIDAD DE DESARROLLO COMPUTACIONAL

SISTEMA DE GENERACIÓN DE REPORTES DE CONTROL

Hato Porcino de la Escuela Superior
Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel
Félix López

García Vera Manuel Jacinto

Tóala Vera Roberth Ronaldo

Versión 1.0

2022/11/16

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA	4
1.2. OBJETIVO	4
1.3. ALCANCE	4
1.4. PERSONAL INVOLUCRADO	5
1.5. NOTACIONES Y DEFINICIONES	5
1.5.1. NOTACIONES	5
1.5.2. DEFINICIONES	6
1.6. REFERENCIAS	6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL	7
2.1. PERSPECTIVAS DEL PRODUCTO	7
2.2. FUNCIONES DEL PRODUCTO	8
2.3. RESTRICCIONES	10
2.4. SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS	10
2.5. REQUISITOS FUTUROS	10
2.6. DIAGRAMAS	11
2.6.1. DIAGRAMA DE CASO DE USO	11
2.6.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA	12
2.6.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	13
2.6.4. DIAGRAMA DE CLASE	17
2.6.5. DIAGRAMA DE BASE DE DATOS	18
2.6.6. ARQUITECTURA CLIENTE- SERVIDOR	19
3. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS	19
3.1. REQUERIMIENTOS DE INTERFACES EXTERNAS	19
3.1.1. INTERFACES DE USUARIO	19



3.1.2.	INTERFACES CON EL HARDWARE	19
3.1.2.1.	Tecnología mínima que debe disponer el servidor.	20
3.1.2.2.	Tecnología mínima que debe disponer los clientes.	21
3.1.3.	INTERFACES SOFTWARE	21
3.1.4.	INTERFACES DE COMUNICACIÓN	21
3.2.	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	22
3.2.1.	INGRESO DE USUARIO	22
3.2.2.	REGISTRO DE USUARIO	22
3.2.3.	GESTIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL	23
3.2.4.	GESTIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTAL	23
3.2.5.	GESTIÓN DE CAMADAS	24
3.2.6.	GESTIÓN NEONATAL	25
3.3.	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	27
3.3.1.	ATRIBUTOS DEL SISTEMA	27
3.3.1.1.	Seguridad	27
3.3.1.2.	Mantenimiento	27
3.3.1.3.	Portabilidad	27

1. INTRODUCCIÓN

Este documento describe la Especificación de Requerimientos de Software (ERS) para el desarrollo de un sistema basado en el control de la temperatura ambiental y corporal de los lechones en el hato porcino de la carrera de Medicina Veterinaria.

El sistema está diseñado para llevar un control de la temperatura corporal de los lechones mediante reportes estadísticos e imágenes térmicas, en este se describe cada uno de los requisitos obtenidos a través del análisis e investigación y lo que el sistema puede y no puede hacer.

Este ERS podrá ser utilizada como descripción, para obtener información sobre la administración y funcionamiento, también contendrá información que pueda hacer de gran utilidad, como guía para cualquier otro desarrollador, necesite realizar mejoras al sistema o modificaciones.

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA

Sistema de Generación de Reportes de Control. El sistema incluirá algunos módulos que ayudará al correcto desempeño del hato porcino, como llevar un control de la temperatura de los lechones después del nacimiento, para una mejor toma de decisiones en la crianza del lechón.

El sistema también permitirá obtener reportes que brinde información sobre la temperatura y el consumo energético que se ha generado cada semana o por cada mes del año.

1.2. OBJETIVO

Sistema domótico para el control de la temperatura ambiental y corporal dentro de los galpones del hato porcino de la Espam MFL.

1.3. ALCANCE

Este sistema que lleva el control de la temperatura ambiental y corporal ayudará a controlar los parámetros de temperaturas más idóneos para los lechones, así mismo contribuirá al ahorro del consumo energético el hato

porcino, lo que facilitará el trabajo y una mejor toma de decisiones al personal administrativo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL SISTEMA

- Optimizar el rendimiento adecuado del hato porcino para facilitar la toma de decisiones informadas en relación con la crianza de lechones.
- Monitorear sistemáticamente la temperatura de los lechones inmediatamente después del parto.
- Generar informes que proporcionen datos detallados sobre la temperatura y el consumo energético, ya sea de manera semanal o mensual a lo largo del año.

1.4. PERSONAL INVOLUCRADO

Nombre	Toala Vera Roberth Ronaldo
Rol	Programador
Categoría Profesional	Estudiante Universitario
Información de contacto	roberth.toala@espam.edu.ec

Nombre	García Vera Manuel Jacinto
Rol	Programador
Categoría Profesional	Estudiante Universitario
Información de contacto	manuel.garcia@espam.edu.ec

Nombre	Loor Vera Yimmy Salvador
Rol	Tutor
Categoría Profesional	Ingeniero
Información de contacto	yloor@espam.edu.ec

1.5. NOTACIONES Y DEFINICIONES

1.5.1. NOTACIONES

ERS: Especificación de requerimientos de software.

1.5.2. DEFINICIONES

- **Administrador**

Aquella persona que es responsable del manejo del sistema

- **MySQL**

Es un sistema que gestiona base de datos, cuyo lenguaje de consulta es SQL.

- **Framework**

Es el esquema o estructura que se establece y que se aprovecha para desarrollar y organizar un software determinado.

- **Requerimientos**

Es una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio.

- **Sitio web**

Conjunto de archivos electrónicos y páginas web referentes a un tema en particular que incluye una página inicial de bienvenida, con un nombre de dominio y dirección en Internet específicos.

- **Reporte**

Documento en los que se plasman datos o noticias. Y se emplean en las áreas más diversas como en la ciencia y en la investigación.

1.6. REFERENCIAS

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), 2009. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications Standard IEEE-830-1998. New York, USA.

ESPAM MFL (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López), s.f. Reglamento Integral del Desempeño del Personal Académico de la Escuela Superior Politécnica

Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 1 ed. Calceta-Manabí, EC.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

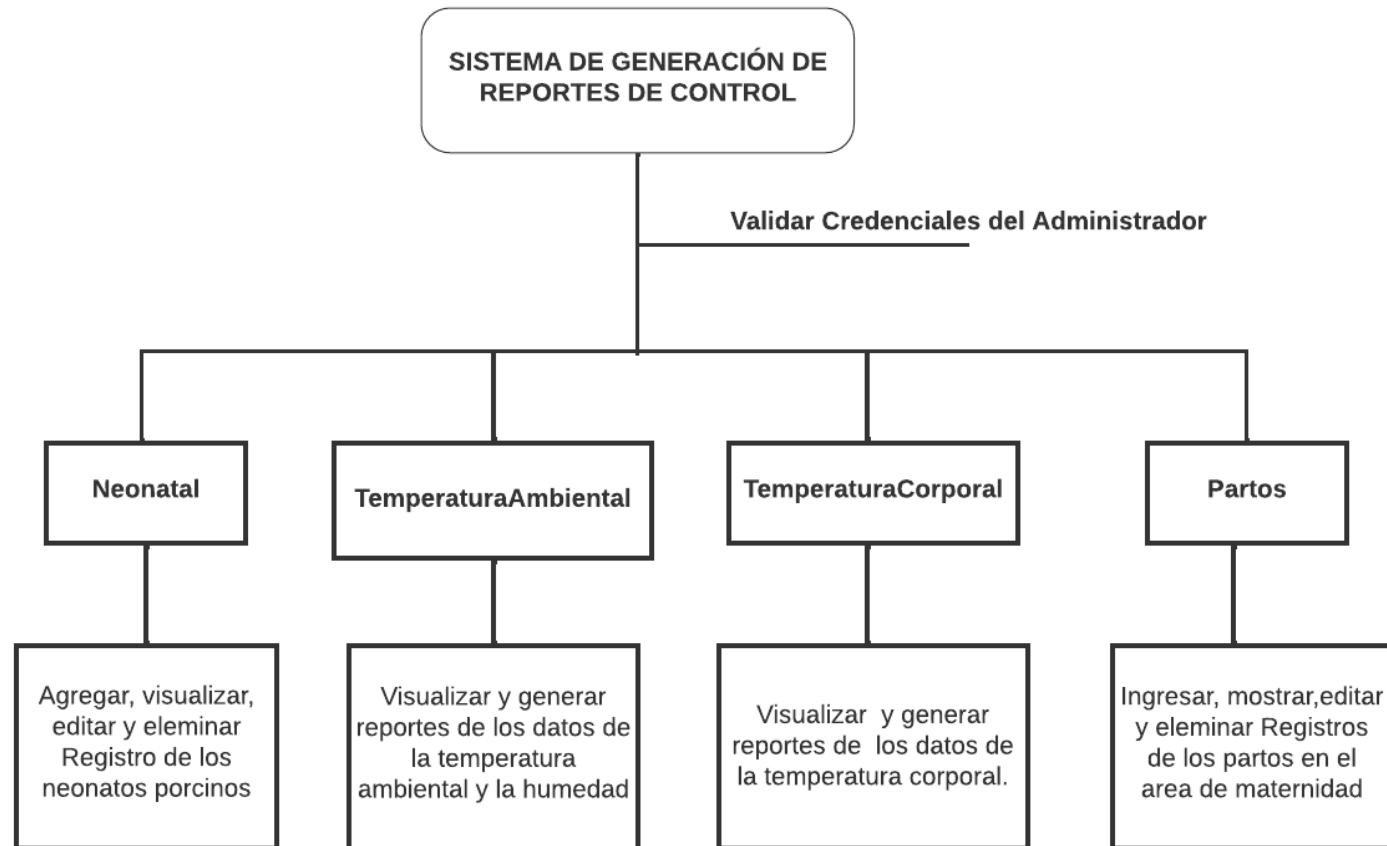
El siguiente ERS muestra información sobre los requisitos del sistema, de una manera general, sin describir de manera profunda el sistema, lo que permitirá obtener un gran entendimiento del sistema con gran facilidad.

En este documento se detallarán los Requerimientos Específicos del sistema web, de manera profunda para permitir un diseño del sistema que cumplan los requerimientos del usuario, y después poder realizar pruebas que corroboren que el sistema efectúe los requisitos planteados en este documento.

2.1. PERSPECTIVAS DEL PRODUCTO

El sistema domótico es un sistema con la capacidad de automatizar una vivienda o una edificación de cualquier tipo. Este sistema permite controlar la temperatura en los galpones del hato porcino de la Carrera de Medicina Veterinaria de la ESPAM MFL, utilizando la Domótica con la finalidad de optimizar el proceso de aclimatación en el hábitat para mitigar el estrés calórico del área neonatal; En paralelo a esto, también se pretende implementar un control de temperaturas aplicando tecnología de imagen térmica para evaluar el calor corporal de los lechones dentro de las cunas maternas, con los datos obtenidos se pretende generar un reporte semanal que será enviado a un servidor, todo esto con la finalidad de controlar los parámetros de temperaturas más idóneos para los lechones y los ejemplares adultos, así mismo contribuirá al ahorro del consumo energético del hato porcino, lo que facilitará el trabajo y una mejor toma de decisiones al personal administrativo.

2.2. FUNCIONES DEL PRODUCTO



Módulo Neonatal

En este módulo el administrador o encargado del hato porcino podrá gestionar de una mejor manera toda la información correspondiente sobre la temperatura a los lechones.

Temperatura Ambiental

En esta sección el responsable del hato porcino podrá ver y eliminar, la data de la temperatura, obtenida por el sensor.

Temperatura Corporal

En este grupo el administrador podrá gestionar todas las imágenes capturadas de la temperatura corporal que tienen los lechones.

Partos

En esta sección una vez que el encargado ha ingresado al sistema a través de un Login, en el que se autenticarán sus credenciales de acceso; podrá gestionar los datos de las camadas que han ocurrido en el hato porcino de la Espam MFL.

El acceso al sistema web está restringido por un módulo mediante una verificación de su perfil en el sistema, este debe estar registrado en la base de datos; el acceso se agrupa en:

TIPO DE USUARIO	ADMINISTRADOR
DESCRIPCIÓN	Tiene el acceso a todos módulos del sistema, se encarga de la configuración general del sistema.
FORMACIÓN	Conocimiento básico para la administración de sitios web.
HABILIDADES	Manejo de computadores y Sistemas Web.

2.3. RESTRICCIONES

Entre las limitaciones que se tienen en la aplicación son las siguientes:

- El sistema web será desarrollado con las herramientas que se utilizan en la actualidad para el desarrollo de sitios web como HTML5, CSS3, Bootstrap 5, JavaScript,
- El motor de la base de datos a utilizar será MySQL.
- Plantilla AdminLTE.IO para el desarrollo de la parte administrativa y de los demás módulos respectivamente.
- La metodología para el desarrollo se basará en la metodología XP (Programación Extrema).
- No se necesita conexión a internet para que el sistema web pueda ser utilizado.

2.4. SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS

El sistema debe interactuar con navegadores web de terceros, por lo cual algún cambio o actualización en ellos puede afectar en el diseño o funcionamiento del sistema.

2.5. REQUISITOS FUTUROS

Los requisitos planteados pueden ser posibles mejoras, que luego de estudio y análisis pueden generar cambios en el sistema web:

- Implementación de nuevos mecanismos de seguridad en el ingreso del sistema.
- Mejoras en el diseño de las plantillas.
- Mejoras en la interacción del administrador con el sistema.
- La adaptación de nuevas herramientas informáticas, para una mejor versatilidad.

2.6. DIAGRAMAS

2.6.1. DIAGRAMA DE CASO DE USO

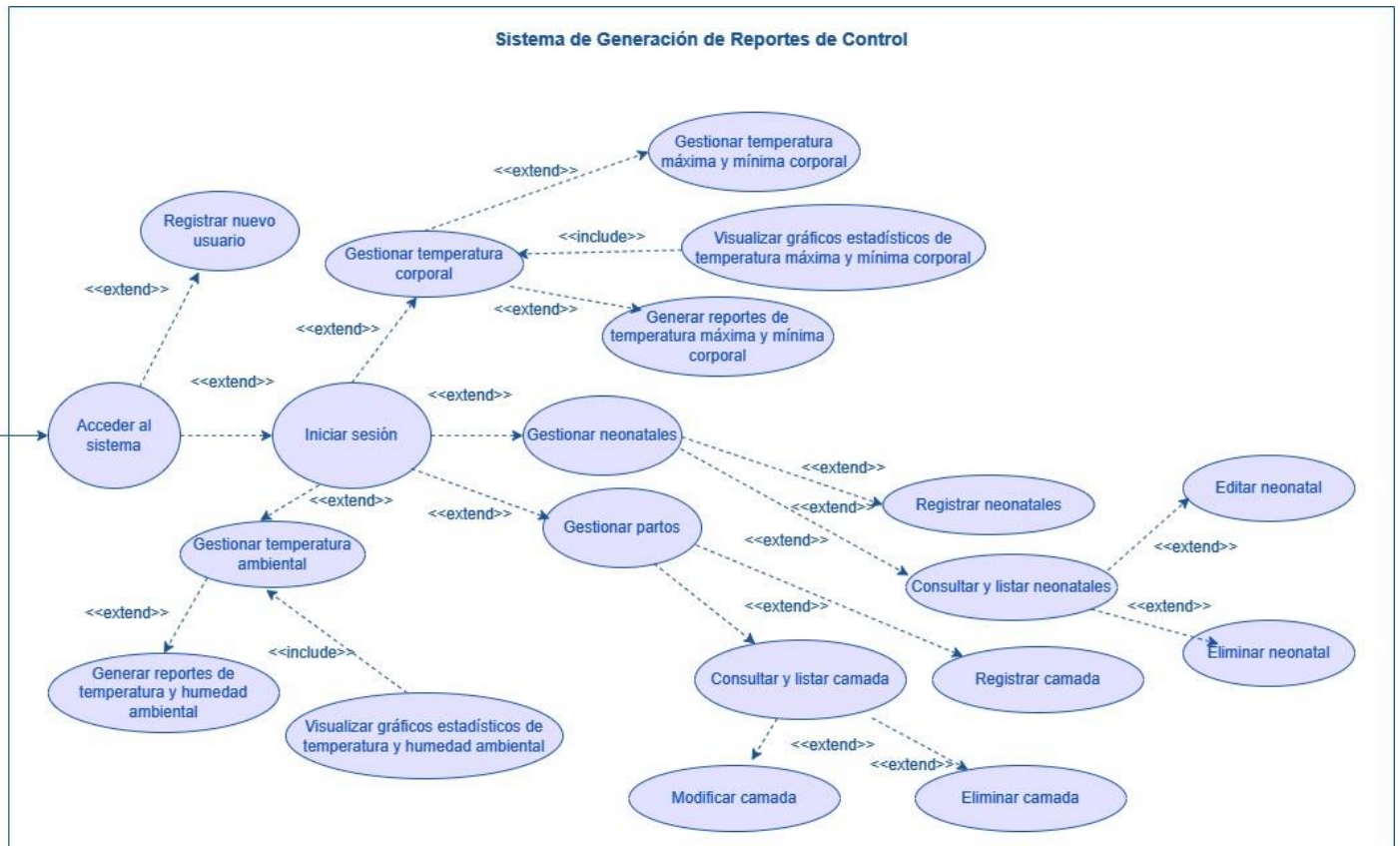


DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA

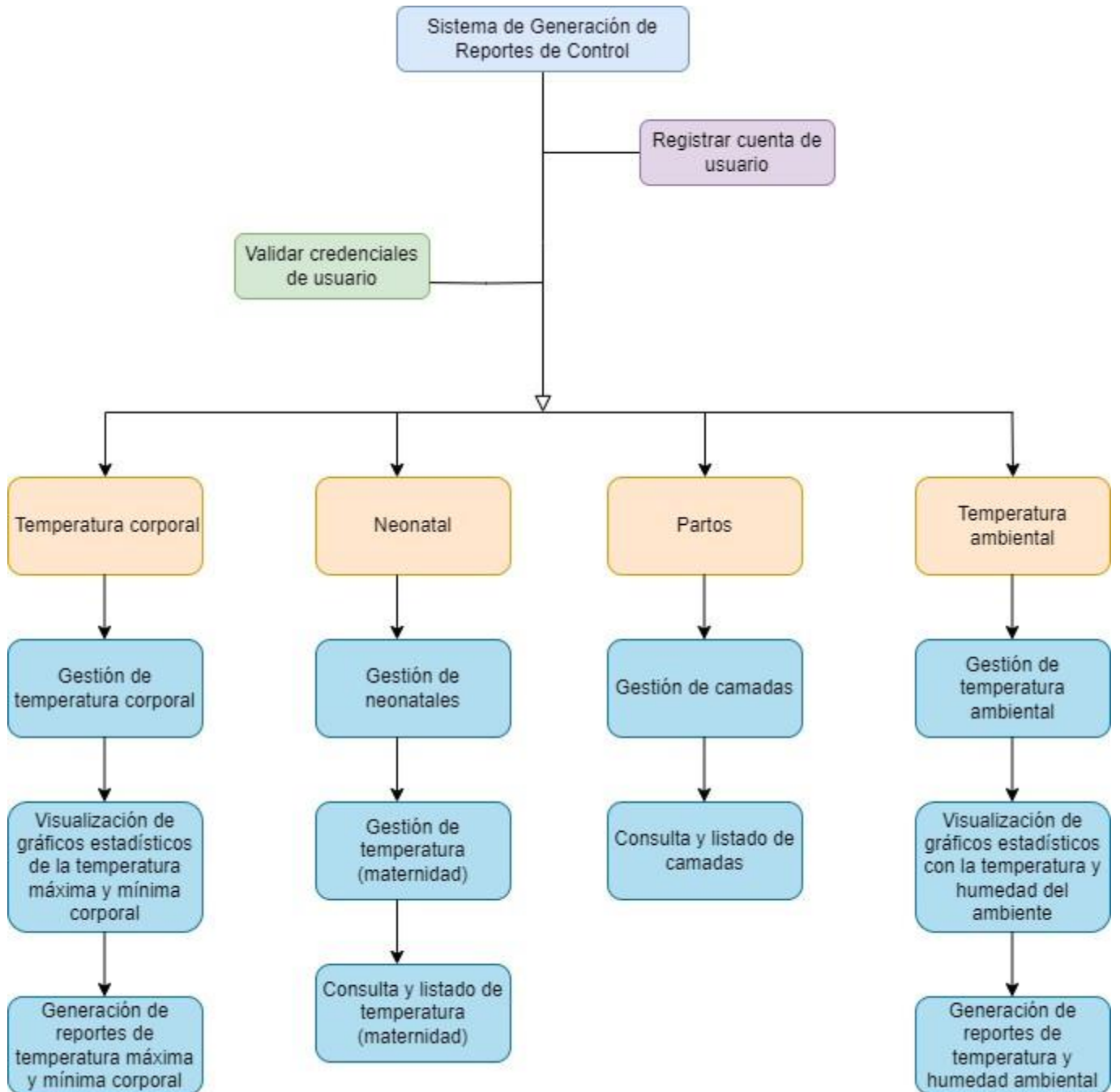
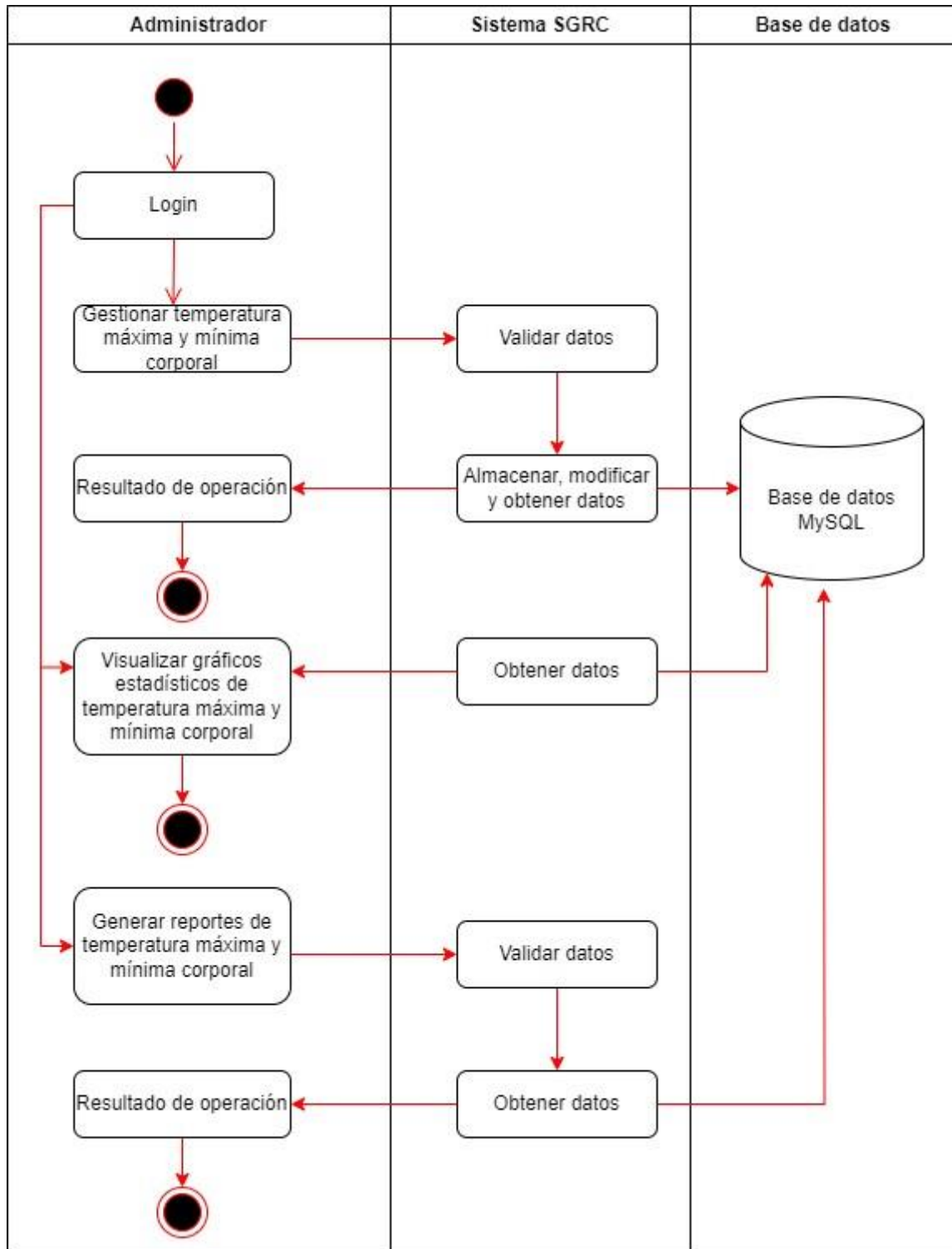
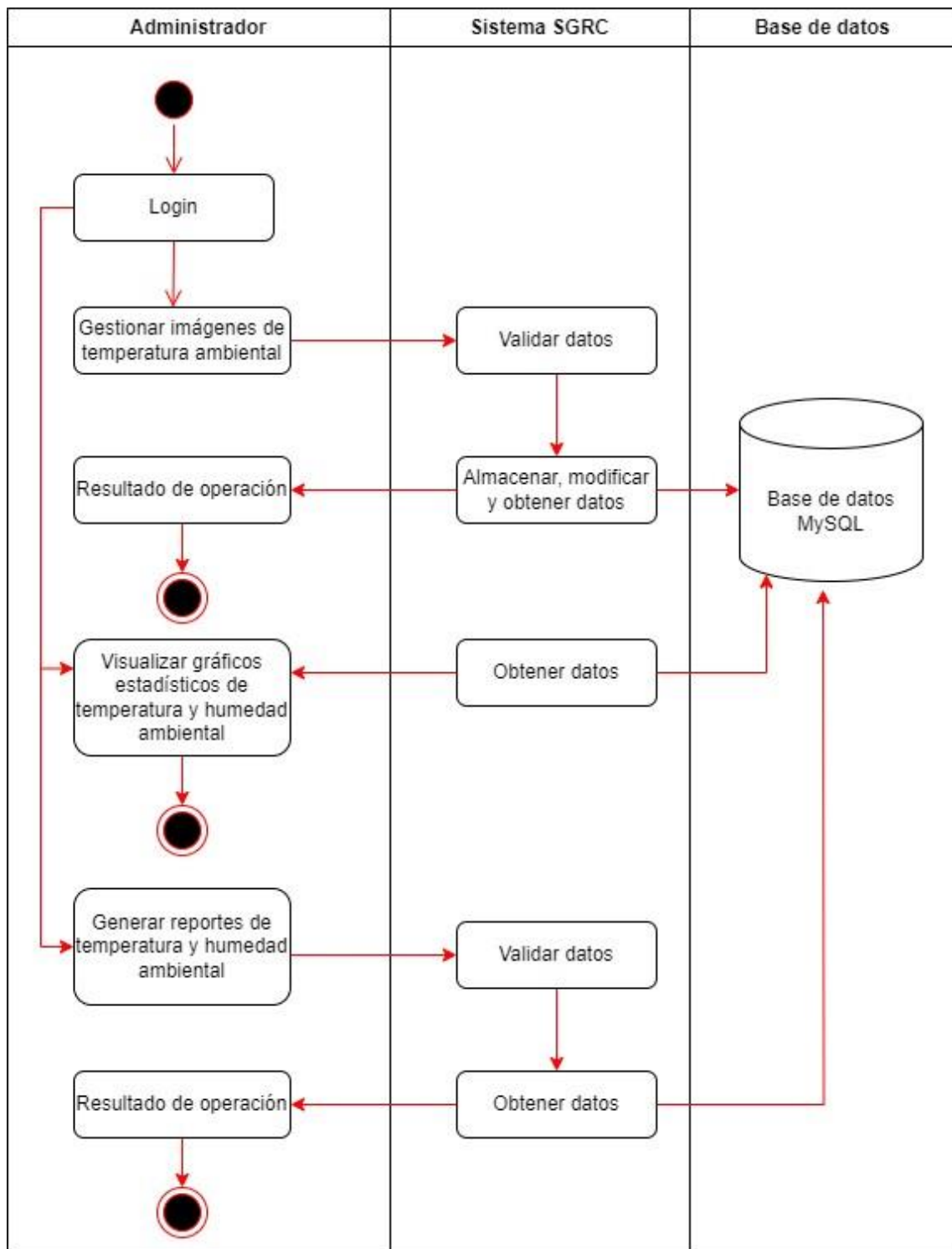


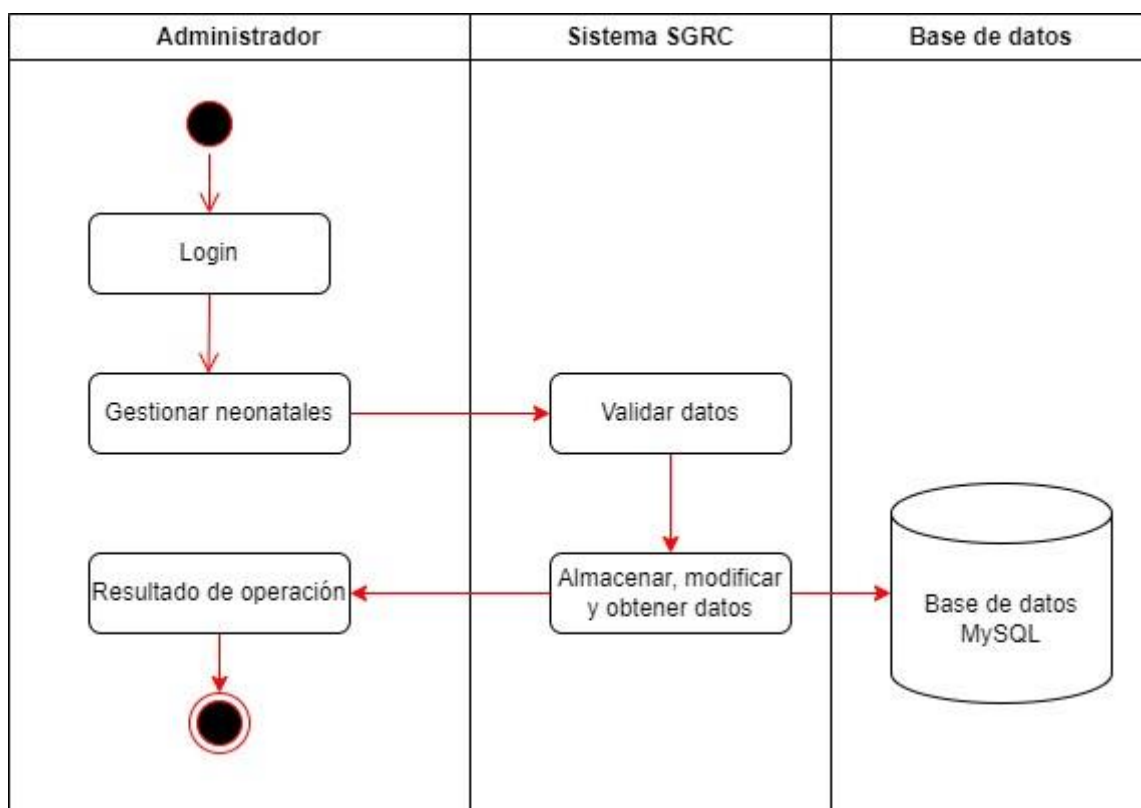
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



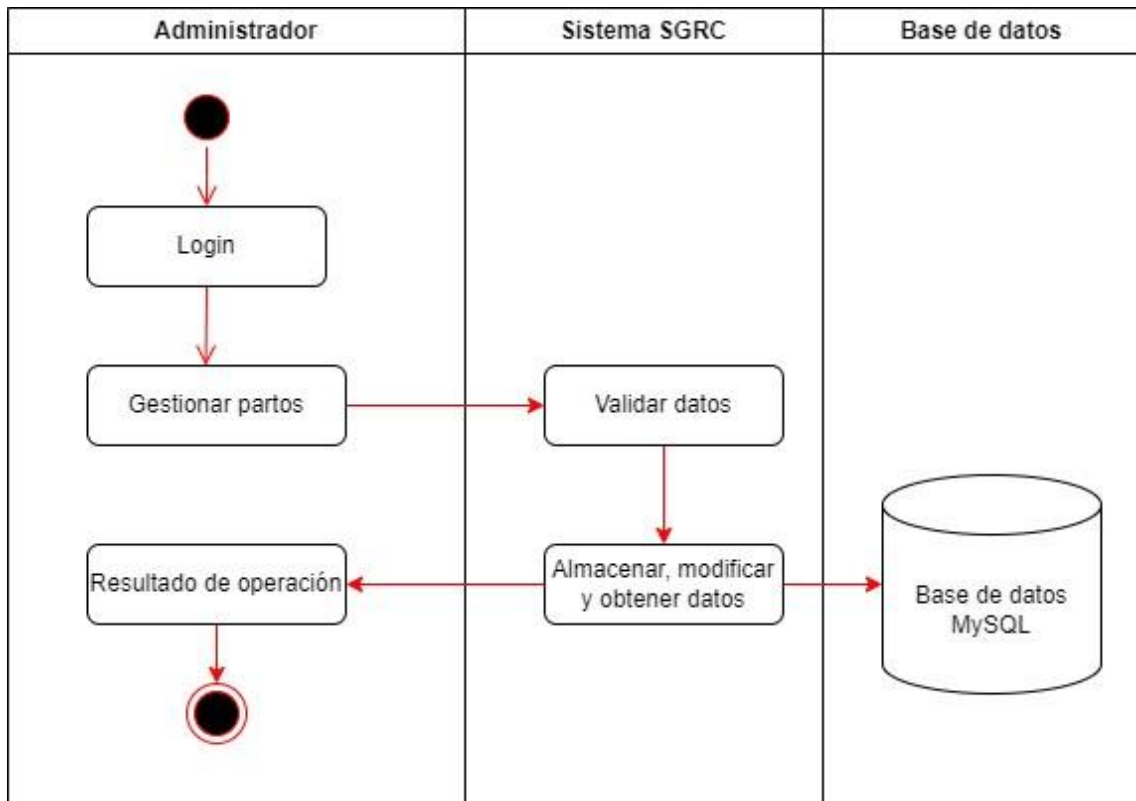
Módulo de temperatura corporal



Módulo de temperatura ambiental



Módulo de neonatal



Módulo de partos

DIAGRAMA DE CLASE

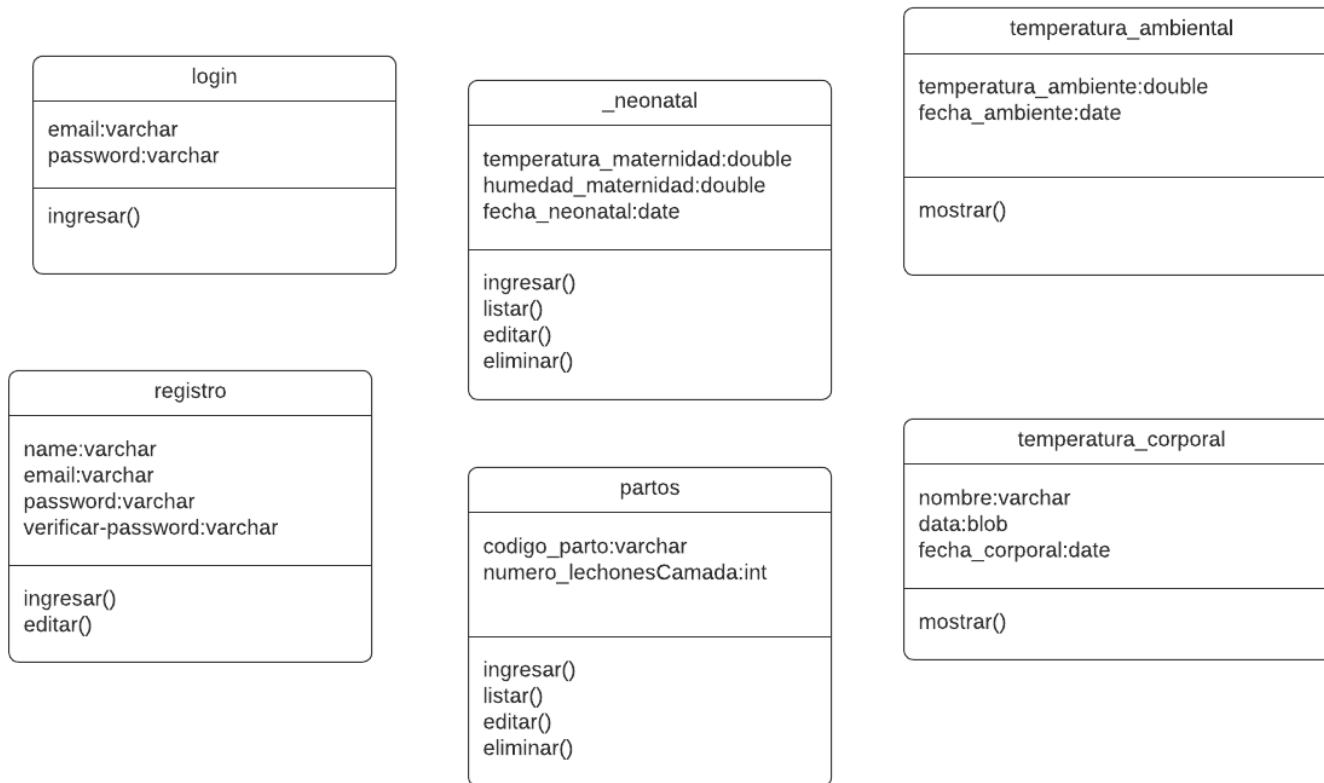


DIAGRAMA DE BASE DE DATOS

hatoporcinoespam users	
id	bigint(20) unsigned
name	varchar(255)
email	varchar(255)
username	varchar(255)
email_verified_at	timestamp
password	varchar(255)
remember_token	varchar(100)
created_at	timestamp
updated_at	timestamp

hatoporcinoespam login	
id	bigint(20) unsigned
email	varchar(255)
password	varchar(255)
remember_token	varchar(100)
created_at	timestamp
updated_at	timestamp

hatoporcinoespam partos	
id	bigint(20) unsigned
codigo_parto	varchar(255)
numero_lechonesCamada	int(11)
created_at	timestamp
updated_at	timestamp

hatoporcinoespam neonatal	
id	bigint(20) unsigned
temperatura_maternidad	double(8,2)
humedad_maternidad	double(8,2)
fecha_neonatal	date
created_at	timestamp
updated_at	timestamp

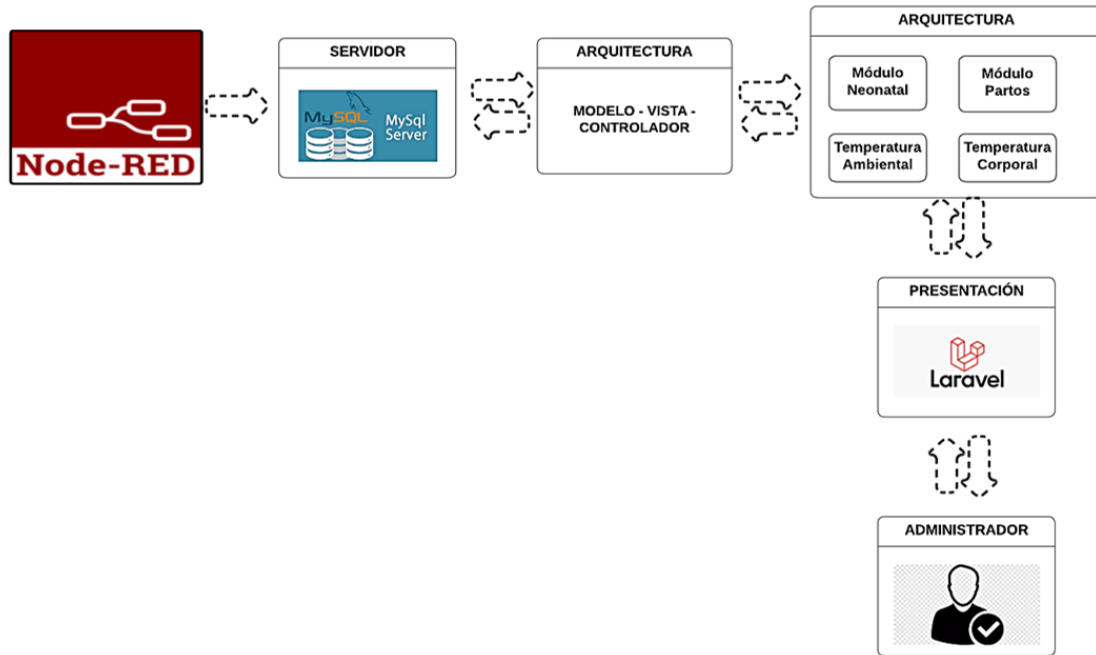
hatoporcinoespam temperatura_ambiental	
id	bigint(20) unsigned
temperatura_ambiente	double(8,2)
fecha_ambiente	date
created_at	timestamp
updated_at	timestamp

hatoporcinoespam registro	
id	bigint(20) unsigned
name	varchar(255)
email	varchar(255)
password	varchar(255)
verificar-password	varchar(255)
remember_token	varchar(100)
created_at	timestamp
updated_at	timestamp

hatoporcinoespam temperatura_corporal	
id	bigint(20) unsigned
nombre	varchar(255)
data	blob
fecha_corporal	date
created_at	timestamp
updated_at	timestamp



ARQUITECTURA CLIENTE- SERVIDOR



3. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS

A continuación, se presentan todos los requisitos que deberán ser realizados por el sistema web SGRC. Todos los requisitos aquí expuestos son importantes y han sido descritos en base a las entrevistas con el personal del hato porcino de la ESPAM MFL.

3.1. REQUERIMIENTOS DE INTERFACES EXTERNAS

3.1.1. INTERFACES DE USUARIO

Las interfaces están compuestas por un diseño amigable con el usuario, es fácil de manejar, integrada con botones sencillos de visualizar y etiquetas que describen de forma específica las funcionalidades de cada parte del sistema.

3.1.2. INTERFACES CON EL HARDWARE

El usuario será capaz de utilizar la aplicación en el sistema operativo Windows. También podrá utilizar la aplicación sin necesidad de instalar cualquier SO adicional, excepto el navegador web de preferencia.

3.1.2.1. **Tecnología mínima que debe disponer el servidor.**

Las características mínimas que debe de tener el servidor para que pueda soportar las herramientas y permita funcionar la aplicación son los siguientes:

- Procesador Pentium Dual Core 1.7. GHz.
- Memoria RAM de 4 Gb.
- Disco Duro de 250 Gb.

- Tarjeta de red integrada 10/100/1000 Ethernet.
- Monitor, mouse, teclado.
- Conexión a internet.

3.1.2.2. **Tecnología mínima que debe disponer los clientes.**

A continuación, se muestran las características mínimas que debe de tener los computadores de los administradores del hato porcino, para que pueda funcionar correctamente el sistema web:

- Procesador Pentium III 700 MHz.
- Memoria RAM de 2 Gb.
- Disco Duro de 1 Gb.
- Tarjeta de Red 10/100 Mbps 64
- Monitor, mouse, teclado

3.1.3. **INTERFACES SOFTWARE**

El sistema web será multiplataforma por lo se ejecutará en cualquier equipo con sistemas operativos como Windows, macOS o GNU/Linux y navegadores web como Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Google Chrome, Brave.

3.1.4. **INTERFACES DE COMUNICACIÓN**

El sistema SGRC será accedido de manera implícita por el administrador final a través de una comunicación por internet, el cual el protocolo de comunicación a usar es TCP/IP y sobre este protocolo se manejará un sistema Web definido por protocolos de la World Wide Web Consortium (W3C).

3.2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

3.2.1. INGRESO DE USUARIO

3.2.2. REGISTRO DE USUARIO

Código de requisito	RF001
Nombre de requisito	Ingreso de usuario
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/>
Prioridad del requisito	Alta/Eencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir el ingreso de usuario y contraseña para que el usuario acceda a los diferentes módulos que conforman el sistema.
PROCESO	El sistema solicitará las credenciales como el usuario y contraseña. Posterior verificará que los datos ingresados se encuentren registrados en el sistema para darle acceso a las funciones del aplicativo.
ENTRADAS	Username/email y password.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none">Mostrar el formulario de inicio de sesión.Mensaje de error en el caso de no haber llenado algún campo.Mensaje de confirmación.Mensaje de error en caso de que las credenciales ingresadas no sean correctas o no se encuentren registradas en el sistema.
RESTRICCIONES	Si el usuario no se encuentra registrado no podrá acceder al sistema.

Código de requisito	RF002
Nombre de requisito	Inicio de sesión
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/>
Prioridad del requisito	Alta/Eencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir que el usuario con acceso al enlace oficial del aplicativo pueda registrar una cuenta en caso de no tenerla.
PROCESO	El sistema solicitará los datos correspondientes para crear una nueva cuenta de usuario.
ENTRADAS	Nombre, apellido, correo, contraseña y confirmación de contraseña.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none">Mostrar el formulario de registro de cuenta.Mensaje de error en el caso de no haber llenado algún campo.Mensaje de confirmación.
RESTRICCIONES	El usuario deberá contar con el enlace del sistema.

3.2.3. GESTIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL

Código de requisito	RF003
Nombre de requisito	Gestión de temperatura corporal
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/>
Prioridad del requisito	Alta/Eencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir al usuario: Visualizar la temperatura máxima y mínima de lechones del área de maternidad. También se visualizará gráficos estadísticos de temperatura max y min, además de la generación de reportes respecto a los valores registrados mediante el sensor.
PROCESO	Antes de acceder a las opciones de control de la temperatura corporal, el usuario debe iniciar sesión. Una vez autenticado, podrá visualizar la temperatura corporal. Además, se le brindará la posibilidad de visualizar gráficos estadísticos que reflejarán las variaciones en los valores de temperatura obtenidos. Asimismo, tendrá la opción de generar reportes en formato PDF , seleccionando fechas particulares de los registros acumulados.
ENTRADAS	x
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz de usuario para visualiza la temperatura corporal max y min de los neonatales. • Interfaz de usuario para consultar y generar reportes de temperatura y humedad corporal. • Interfaz de usuario para visualizar gráficos estadísticos de temperatura y humedad corporal. • Archivo en PDF o Excel de reporte generado.
RESTRICCIONES	El usuario deberá tener credenciales de acceso y haber iniciado sesión en el sistema.

3.2.4. GESTIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTAL

Código de requisito	RF004
Nombre de requisito	Gestión de temperatura ambiental
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/>
Prioridad del requisito	Alta/Eencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>

DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir al usuario: Visualizar la temperatura y humedad del área de maternidad. También se visualizará gráficos estadísticos de temperatura y humedad del ambiente, además de la generación de reportes respecto a los valores registrados mediante el sensor.
PROCESO	Es necesario que el usuario inicie sesión antes de acceder a las funcionalidades relacionadas con la administración de la temperatura ambiental. Una vez autenticado, podrá llevar a cabo diversas acciones, como listado y eliminación de imágenes asociadas a la temperatura del entorno de maternidad. Además, se le ofrecerá la posibilidad de visualizar gráficos estadísticos que reflejen las variaciones en los valores de temperatura y humedad ambiental registrados. Del mismo modo, tendrá la opción de generar reportes específicos en formato PDF seleccionando fechas particulares de los registros acumulados.
ENTRADAS	X
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz de usuario para visualizar la temperatura y humedad ambiental. • Interfaz de usuario para consultar y generar reportes de temperatura y humedad ambiental. • Interfaz de usuario para visualizar gráficos estadísticos de temperatura y humedad ambiental. • Archivo en PDF o Excel de reporte generado.
RESTRICCIONES	El usuario deberá tener credenciales de acceso y haber iniciado sesión en el sistema.

3.2.5. GESTIÓN DE PARTO

Código de requisito	RF005
Nombre de requisito	Gestión de Partos
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/>
Prioridad del requisito	Alta/Eencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir al usuario realizar acciones tales como: ingresar, listar, editar y eliminar los registros de las camadas.

PROCESO	El usuario deberá iniciar sesión previamente para poder acceder a las funcionalidades que le permitan gestionar los registros de camadas, ingresando información de los partos, listar la información ya registrada, editar esos registros si es necesario, y eliminar los que se consideren necesarios.
ENTRADAS	Datos de parto como: fecha y hora de parto, código de la madre, número de lechones y observaciones.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz de usuario para la visualización de los registros de las camadas. • Interfaz de usuario para registrar datos de los partos. • Mensaje de error en caso de no haber llenado algún campo. • Mensaje de confirmación.
RESTRICCIONES	El usuario deberá tener credenciales de acceso y haber iniciado sesión en el sistema. No se aceptarán fechas inferiores a 60 días después del Parto

3.2.6. GESTIÓN NEONATAL

Código de requisito	RF006
Nombre de requisito	Gestión neonatal
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/>
Prioridad del requisito	Alta/Esencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir al usuario realizar acciones tales como: ingresar, listar, editar y eliminar datos de los cerdos recién nacidos.
PROCESO	Es necesario que el usuario inicie sesión antes de acceder a las opciones que le posibilitan ingresar la información relacionada con los recién nacidos. También podrá explorar los registros previos, teniendo la opción de modificar o eliminar dichos datos.
ENTRADAS	Datos de neonato como: raza, color, fecha de nacimiento, sexo, peso y observaciones.
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaz de usuario para la visualización de los registros de los neonatos. • Interfaz de usuario para registrar datos de los neonatos. • Mensaje de error en caso de no haber llenado algún campo. • Mensaje de confirmación.
RESTRICCIONES	El usuario deberá tener credenciales de acceso y haber iniciado sesión en el sistema. No se aceptarán fechas inferiores a 60 días después del Parto

3.2.7. GESTIÓN REPORTE

Código de requisito	RF007
Nombre de requisito	Gestión de Reporte
Tipo	Requisitos de producto <input checked="" type="radio"/>
Prioridad del requisito	Alta/Eencial <input checked="" type="radio"/> Media/Deseado <input type="radio"/> Baja/Opcional <input type="radio"/>
DESCRIPCIÓN	El sistema debe permitir al usuario: la generación de reportes respecto a los valores registrados mediante el sensor y cámara termica.
PROCESO	Es necesario que el usuario inicie sesión antes de acceder a las funcionalidades relacionadas con la administración de los reportes. tendrá la opción de generar reportes específicos en formato PDF seleccionando fechas particulares de los registros acumulados.
ENTRADAS	X
SALIDAS	<ul style="list-style-type: none">• Interfaz de usuario para consultar y generar reportes de temperatura y humedad ambiental.• Archivo en PDF de reporte generado.
RESTRICCIONES	El usuario deberá tener credenciales de acceso y haber iniciado sesión en el sistema.

3.3. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

- El diseño del sistema web deber estar basado de acuerdo a la plataforma World Wide Web.
- El diseño a implementar debe de adaptarse a los diferentes dispositivos móviles como los son: teléfonos inteligentes y tabletas.

3.3.1. ATRIBUTOS DEL SISTEMA

3.3.1.1. Seguridad

Para verificar la identidad del administrador en el sistema web, se le pedirá que ingrese el correo y la contraseña, con el cual se registró.

3.3.1.2. Mantenimiento

El sistema contará con una interfaz de usuario. Y el mantenimiento básico del sistema será realizado por el administrador y si desea realizar algún otro cambio, modificación en la base de datos e implementar nuevas funciones, debe realizarlas el desarrollador del sistema.

3.3.1.3. Portabilidad

Todo el sistema está construido con tecnologías libres, para que pueda ser compatible con cualquier plataforma y así poder acceder desde cualquier navegador.

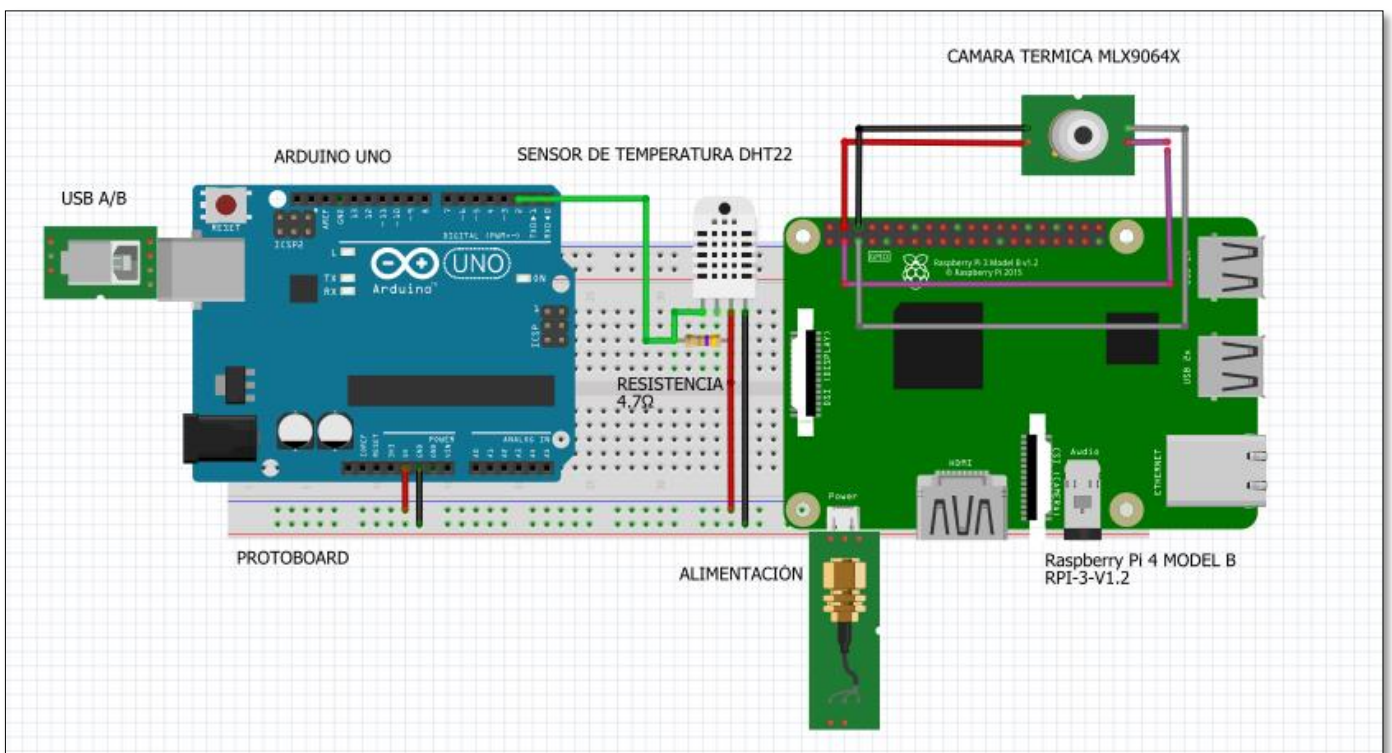
ANEXO 4. INFORME SOBRE EL SISTEMA DOMÓTICO

DESARROLLO DEL SISTEMA

Una vez concluida la fase de adquisición de todo el Hardware para el sistema domótico, se procedió al ensamblaje de cada uno de los componentes correspondientes para su correcto funcionamiento. Antes del ensamblaje se utilizó un software para el diseño de circuitos denominado FRITZING, el cual se diseñó las conexiones de los sensores, la resistencia y el cableado que conecta al Arduino y la raspberry pi. Ya que se van a utilizar dos microcontroladores, la raspberry pi para la captura de las imágenes térmicas mediante la cámara térmica MLX9064X y el Arduino con el sensor DHT22 para la captura de la temperatura y humedad.

A continuación, se presenta el prototipado desarrollado en el software FRITZING:

Ilustración 1. Prototipado del hardware



Fuente: Los Autores

1.1 CONFIGURACION DEL HARDWARE

Luego del diseño del circuito se procedió con el ensamblaje físico de todos los sensores y componentes. Primeramente, se usó cable Dupont macho a macho para alimentar la protoboard y conectar el sensor con cada uno de los pines al Arduino. El pin de 5 voltios del Arduino se utilizó para conectar al pin VCC (+) del sensor DHT22, así mismo se tomó un pin GND(Tierra) para conectarlo al pin GND del sensor. Por último, el pin DATA fue conectado al pin 2 del Arduino para la transmisión de los datos.

Cuando se utiliza el sensor DHT22 es recomendable colocar una resistencia de 4.5 ohmios en modo Pull-up el cual va conectada entre el pin VCC y el pin DATA todo esto con la finalidad de mantener el sensor en un estado lógico alto cuando no está transmitiendo datos y tener una estabilidad de la señal. Para este proyecto se implementó dicha resistencia en modo Pull-up.

En el caso de la conexión de la cámara Térmica se utilizó la raspberry pi mencionada anteriormente. La cámara trae de fábrica 4 pines que están unidos mediante un conector, solo se colocó cada uno de los pines, en los (GPIO) correspondientes de la raspberry.

Los pines de la Cámara Térmica MLX 9064X, dos son los de alimentación y los otros son para la transmisión de los datos. El pin VCC de la cámara fue conectado al pin 4 de la raspberry PI el cual es el que da un voltaje de 5V, el pin GND se conectó al pin 6(Tierra) de la raspberry, el pin SDA de la cámara fue conectado al pin 3 (GPIO 2) el cual es del protocolo I2C (Circuito Integrado Interno) y por último el pin SCL fue conectado al pin 5 (GPIO 3) de la raspberry pi. La cámara térmica modelo MLX9064X utiliza comunicación I2C (Inter-Integrated Circuit), y los pines SCL (Serial Clock) y SDA (Serial Data) son fundamentales para esta comunicación.

PINES GPIO DE LA RASPBERRY PI MODEL B

Ilustración 2. Pines GPIO de la Raspberry pi



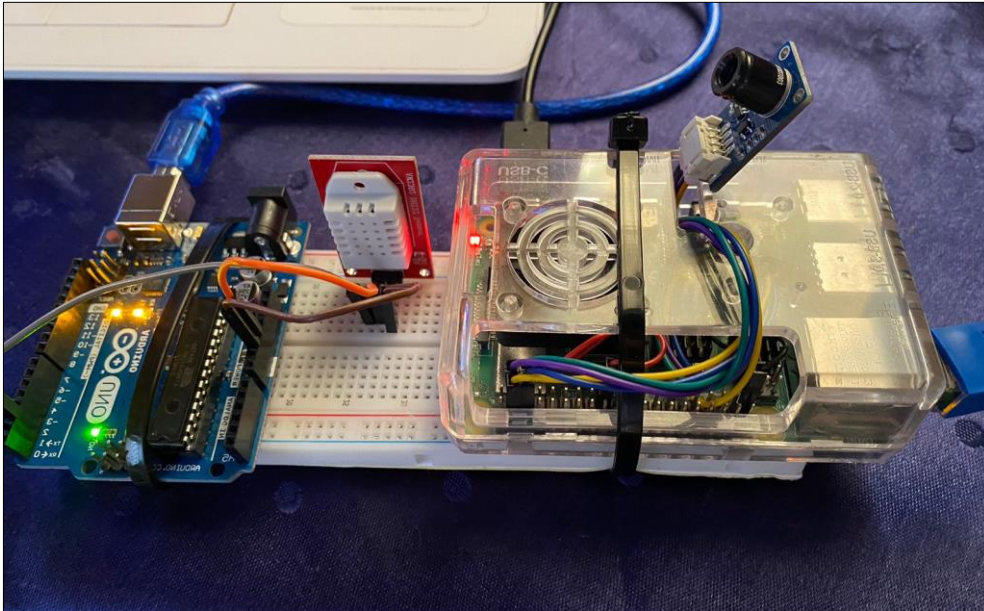
Fuente: Los Autores

Una vez finalizada toda la instalación se procedió a verificar que todos los componentes estén correctamente conectados y que los pines de conexión estén asignados tanto en el código como en el hardware.

En la Ilustración 3 se muestra el ensamblaje:

I

Ilustración 3. Ensamblaje de los componentes



Fuente: Los Autores

1.2 PROGRAMACIÓN DE LA PLACA RASPBERRY Y ARDUINO E INSTALACIÓN DE LAS LIBRERIAS CORRESPONDIENTES.

Como siguiente paso se instaló el "IDE de Arduino" el cual es un entorno de desarrollo integrado proporcionado por Arduino para programar y cargar código en placas Arduino. "IDE" significa "Integrated Development Environment" (Entorno de Desarrollo Integrado) y es una aplicación de software que proporciona herramientas para escribir, compilar y cargar código en dispositivos electrónicos. Es una herramienta multiplataforma que está disponible para Windows, Mac OS y Linux. A continuación, se muestra el IDE instalado para el sistema operativo Windows.

Ilustración 4. IDE arduino

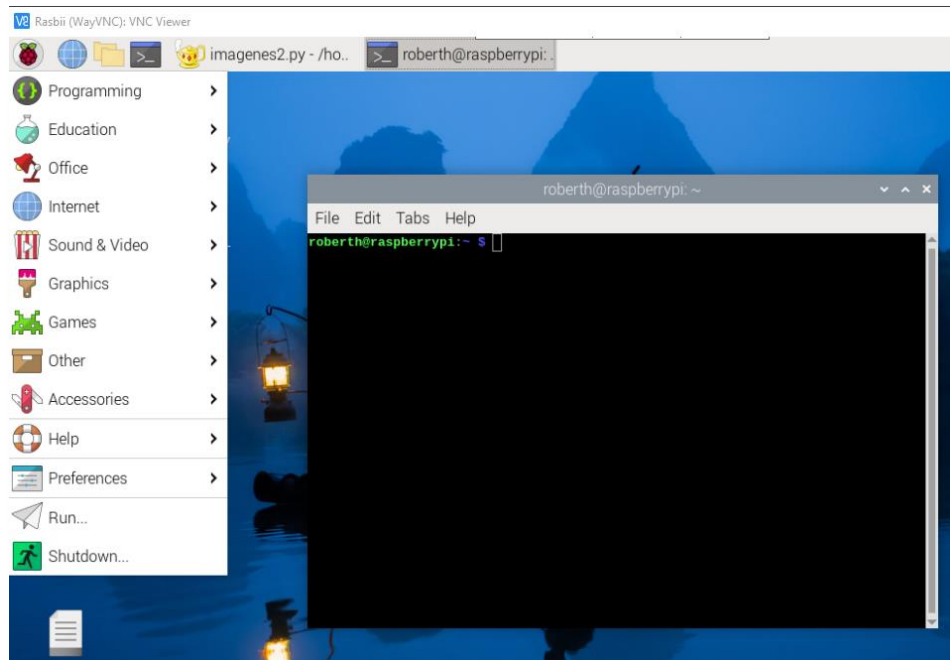
```
sketch_feb25a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Fuente: Los Autores

Posteriormente se configuró toda la raspberry pi para poder programar y ejecutar el script que va hacer el encargado de capturar los datos de las imágenes térmicas.

Ilustración 5. Configuración de raspberry



Fuente: Los Autores

Una vez obtenido el Área de trabajo ya configurada e instalada se procedió primeramente a descargar las librerías necesarias para el arduino como para la raspberry PI. El cual son las librerías del sensor DHT22 y la cámara Térmica MLX9264X.

1.3. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PROTOCOLO MQTT PARA LA RASPBERRYPI Y ARDUINO

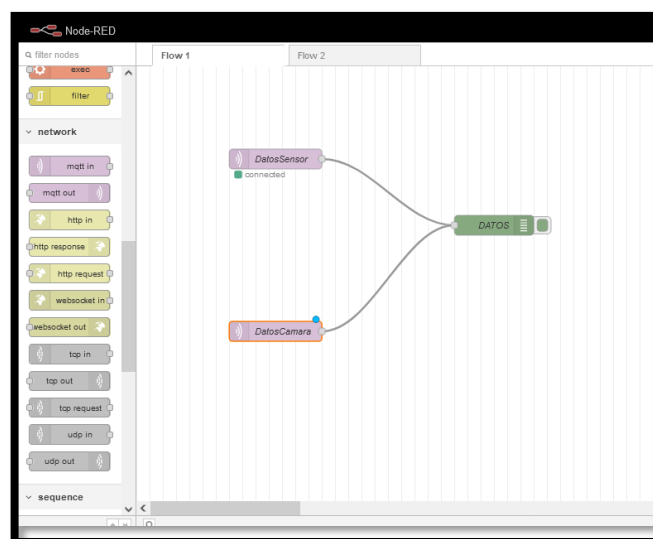
Se procedió con las instalaciones pertinentes de las librerías requeridas para facilitar la comunicación mediante el protocolo MQTT y el uso del broker Mosquitto. Esto fue llevado a cabo con el objetivo de transmitir los datos obtenidos tanto de las imágenes térmicas como del sensor al entorno de programación Node-RED. Las librerías instaladas y utilizadas para la RaspberryPi fueron las siguientes:

- **“pip install paho-mqtt”**
- **“sudo apt-get install mosquitto”**
- **“sudo apt install -y mosquitto mosquitto-clients”**
- Para el protocolo mqtt en el arduino, se tiene que instalar y configurar las siguientes librerías:
 - **“PubSubClient”**
 - **“ArduinoMqttClient”**

Ya finalizada la instalación y configuración del protocolo Mqtt para ambos microcontroladores, se procedió a instalar y configurar Node-red en el pc donde se está alojado el sitio web.

NODE-RED

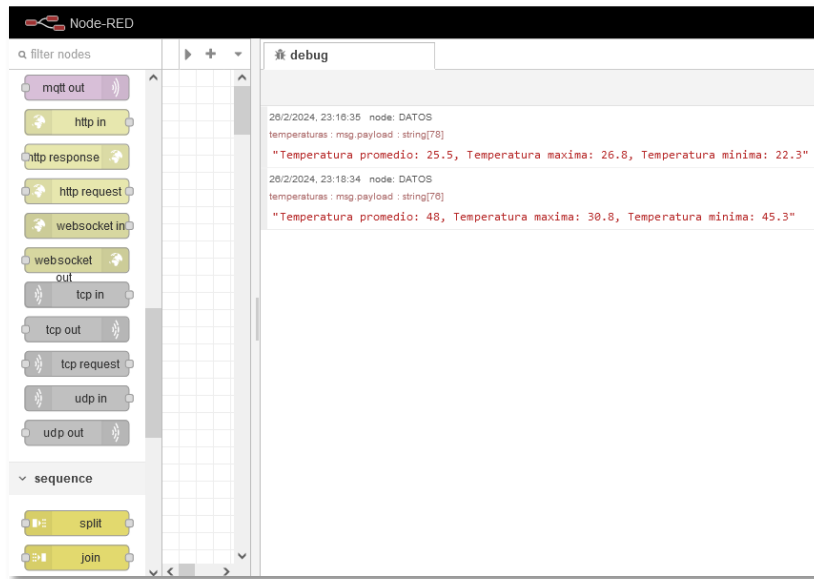
Ilustración 6. Configuración de NODO RED



Fuente: Los Autores

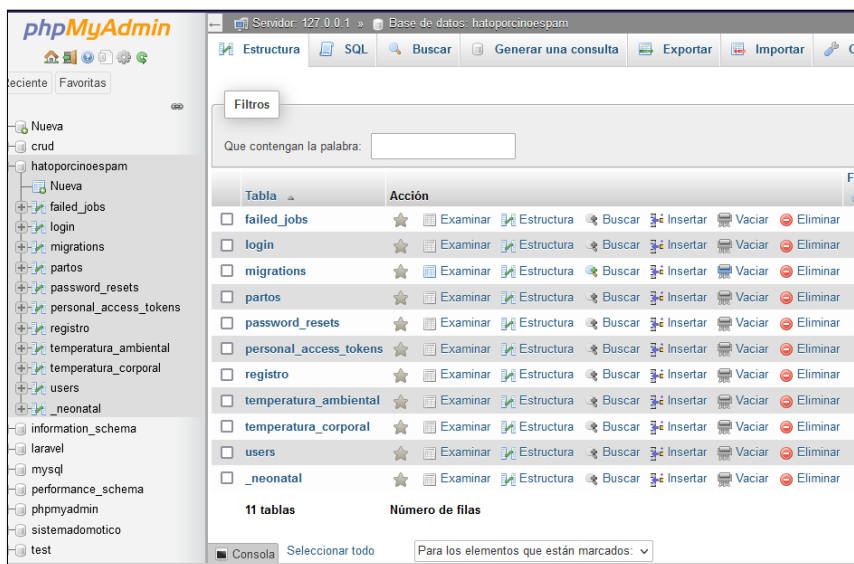
Posteriormente se realizó el Flujo encargado de procesar los datos y enviarlos a la base de datos MySQL, el cual las secuencias de los nodos interconectados trabajan juntos para realizar una tarea específica, por lo que cada nodo representa una acción, una entrada, una salida o un proceso, y los nodos están conectados entre sí para definir cómo se mueven los datos.

Ilustración 7. Datos en NODO RED



Fuente: Los Autores

Ilustración 8. Dase de datos



Fuente: Los Autores

ANEXO 5. MANUAL DE USUARIO



Carrera de
COMPUTACIÓN



Carrera de
**MEDICINA
VETERINARIA**

SISTEMA DE GENERACIÓN DE REPORTES DE CONTROL

Manual de usuario

Manuel J. García Vera

Roberth R. Tóala Vera

Versión 1.0.0

2023/05/03

TABLA DE CONTENIDO

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	39
1.1. INTRODUCCIÓN	39
1.2. OBJETIVO	39
1.3. ALCANCE	39
1.4. ROLES DE USUARIO.....	39
2.SISTEMA DE GENERACIÓN DE REPORTES DE CONTROL (SGRC)	40
2.1. ADMINISTRADOR	40
2.1.1. INGRESO DE USUARIO	40
2.1.2. REGISTRO DE USUARIO.....	41
2.2. PÁGINA PRINCIPAL.....	42
2.2.1. GESTIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL	43
2.2.2. GESTIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTAL.....	44
2.2.3. GESTIÓN DE CAMADAS	45
2.2.4. GESTIÓN NEONATAL	46
2.2.5. GESTIÓN DE REPORTES	47

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

1.1. INTRODUCCIÓN

La ESPAM MFL ha implementado un Sistema web para la Generación de Reportes de Control en su Hato porcino, con el objetivo de fortalecer la gestión y facilitar la toma de decisiones relacionadas con la cría de lechones. Este sistema se diseñó con la finalidad de optimizar los procedimientos que abarcan desde el nacimiento hasta las etapas subsiguientes del desarrollo de los cerdos.

1.2. OBJETIVO

Funcionar como un manual exhaustivo destinado a los usuarios del sistema de generación de reportes de control, este documento incluye imágenes e instrucciones diseñadas para proporcionar la asistencia y el respaldo necesarios a diversos usuarios, facilitando así la comprensión del sistema de manera sencilla.

1.3. ALCANCE

- Perspectiva general del sistema.
- Detalles de cada función.
- Glosario de términos.

1.4. ROLES DE USUARIO

- **Administrador:** Accede a todos los módulos del sistema.

2. SISTEMA DE GENERACIÓN DE REPORTES DE CONTROL (SGRC)

2.1. ADMINISTRADOR

Para acceder al Sistema de Generación de Reportes de Control del Hato Porcino de la ESPAM MFL, los usuarios autorizados serán exclusivamente el personal administrativo del lugar. A dicho personal se le proporcionará el enlace correspondiente para facilitar el registro de su cuenta de usuario, permitiéndoles así acceder a las funciones del aplicativo.

2.1.1. INGRESO DE USUARIO

Para iniciar sesión, el usuario debe seguir el siguiente procedimiento: se realiza una verificación en dos etapas. En primer lugar, se despliega un formulario de inicio de sesión en el que se introducen tanto el nombre de usuario o correo electrónico como la contraseña. Una vez que el sistema ha validado esta información, se le concede al usuario el acceso correspondiente.

¡Bienvenido a la web para el control de temperatura!

Visualiza y genera reportes de la temperatura ambiente del Hato porcino y la temperatura corporal de los neonatales.

¿Aún no tienes cuenta?
Regístrate aquí.

1. Ingresar el usuario o correo electrónico.

2. Ingresar la contraseña.

3. Iniciar sesión.

4. ¿olvidaste tu contraseña?

1. Ingresar el usuario o correo electrónico.

2. Ingresar la contraseña.
3. Iniciar sesión en el sistema SGRC.
4. Recuperar la contraseña.

2.1.2. REGISTRO DE USUARIO

Para registrar una cuenta de usuario se debe seguir el siguiente procedimiento: en el formulario desplegado se introducen el nombre de usuario, apellido, correo electrónico, contraseña y confirmación de contraseña. Una vez que el sistema ha registrado esta información, se le concede al usuario una cuenta habilitante que le permitirá ingresar al sistema.

¡Bienvenido al sitio web para el control de temperatura!

Visualiza y genera reportes de la temperatura ambiente del Hato porcino y la temperatura corporal de los neonatales.

¿Ya tienes una Cuenta? [Iniciar sesión.](#)

1. Ingrese su Nombre

2. Ingrese su Apellido

3. Ingrese su Correo

4. Ingrese su Contraseña

5. Repita su Contraseña

6. Registrarse

1. Ingresar el nombre.
2. Ingresar el apellido.
3. Ingresar el correo electrónico.
4. Ingresar contraseña.
5. Repetir contraseña.
6. Registrar cuenta de usuario.

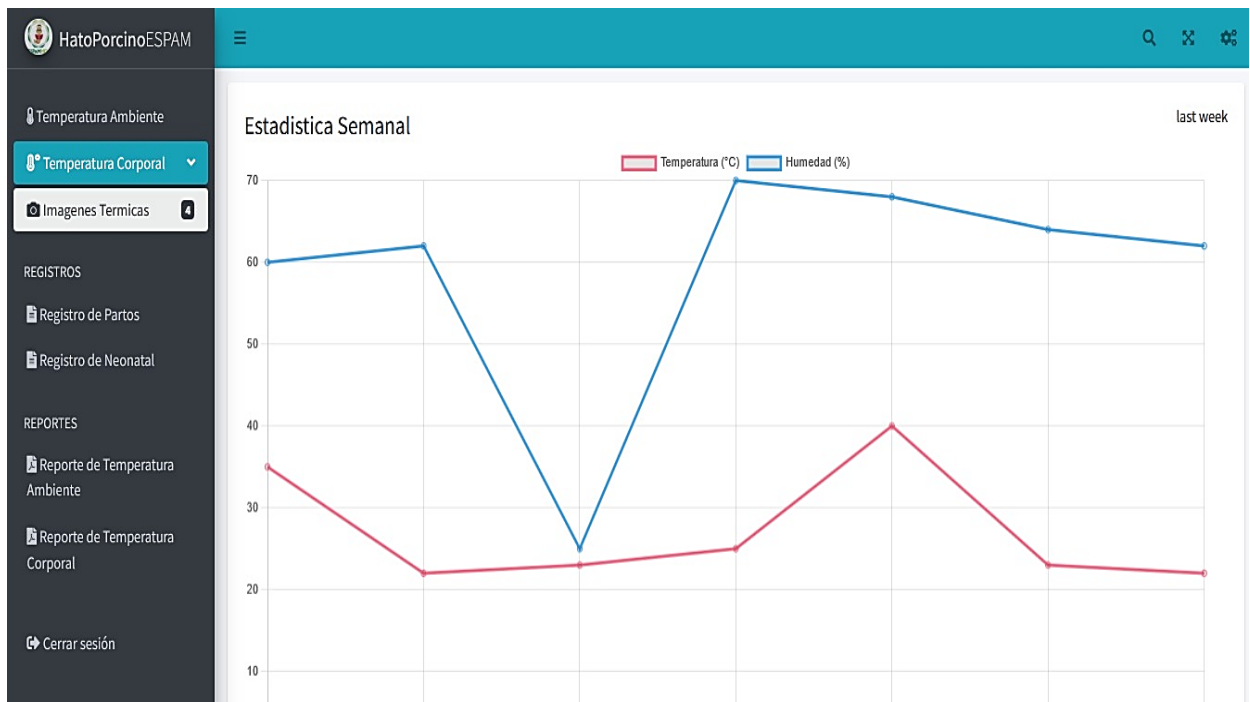
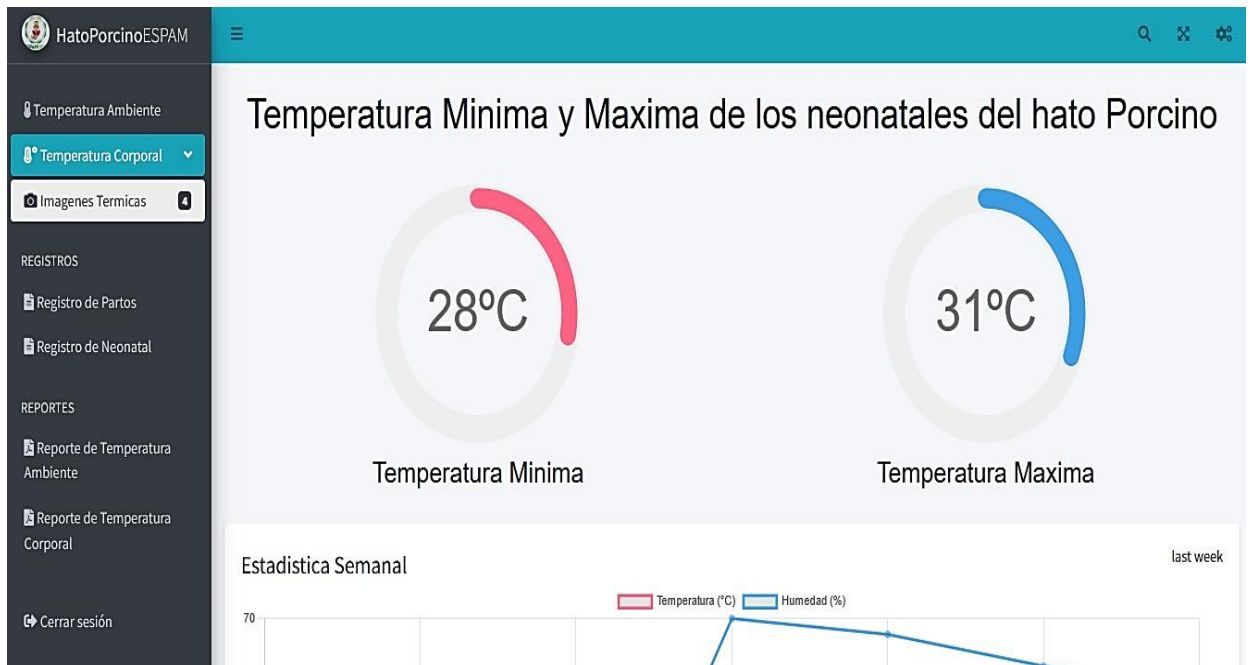
2.2. PÁGINA PRINCIPAL



1. Botón *Hamburger* que permite ocultar o desplegar menú.
2. Opción temperatura ambiental.
3. Opción temperatura corporal.
4. Opción registro de partos.
5. Opción registro de neonatal.
6. Opción reporte de temperatura ambiental.
7. Opción reporte de temperatura corporal.
8. Opción cerrar sesión.

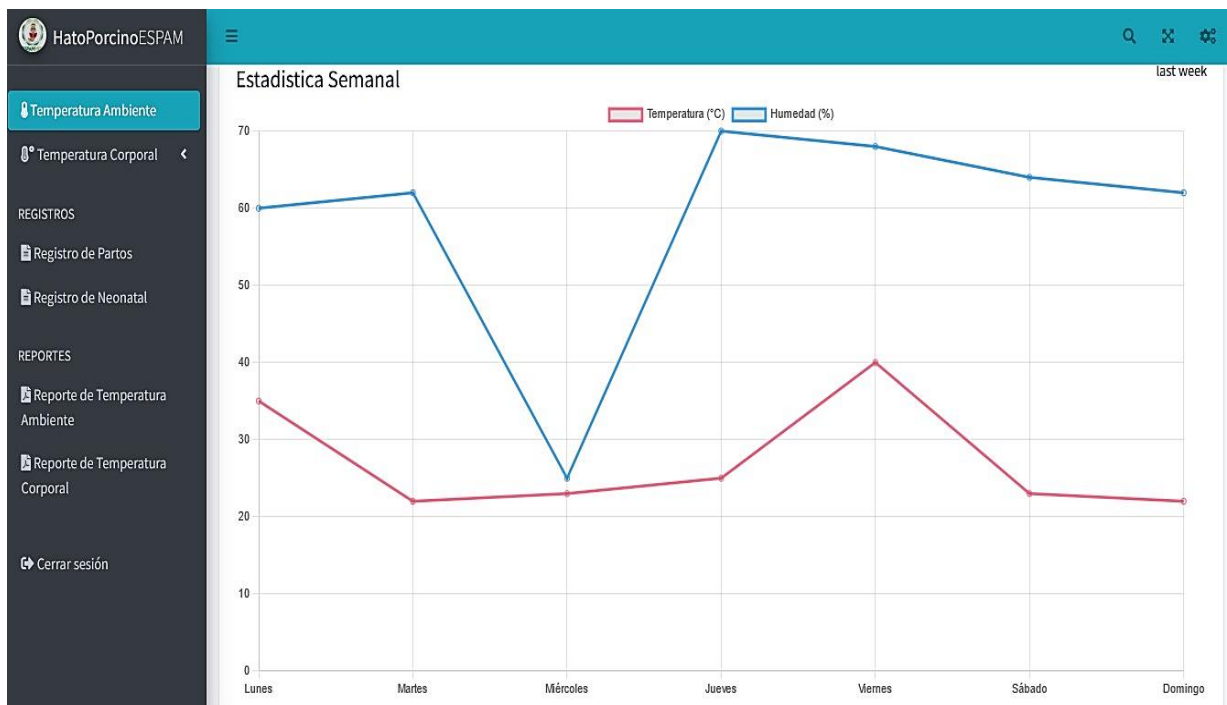
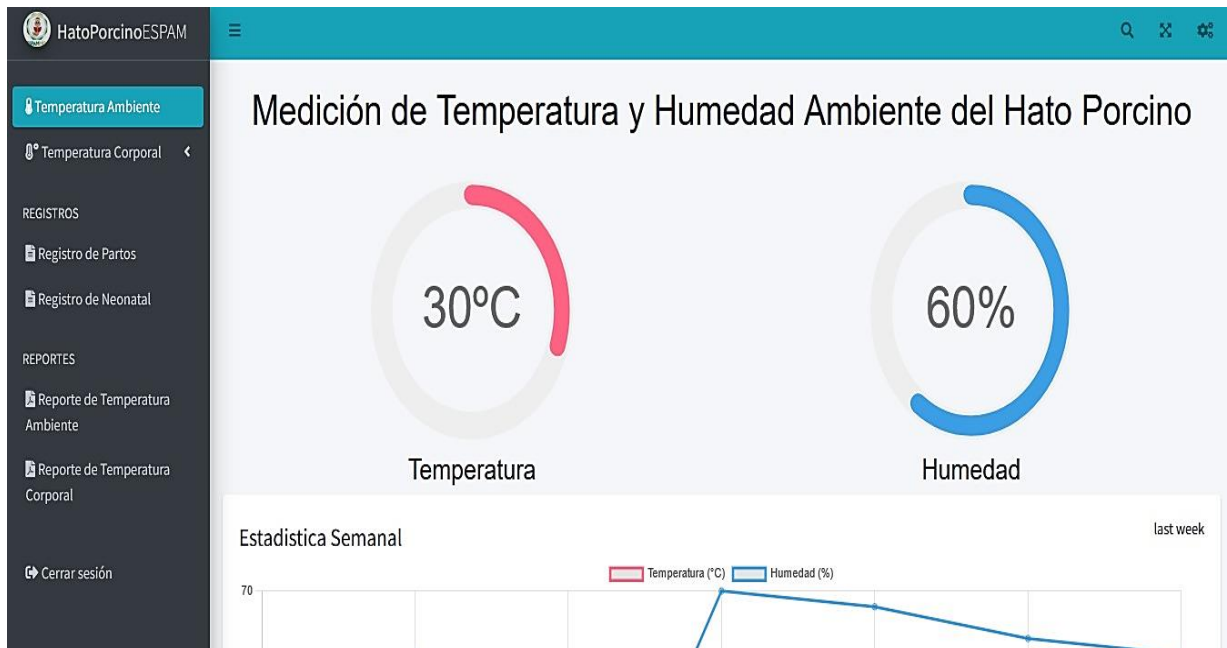
2.2.1. GESTIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL

En esta sección, se presenta la información relativa a la temperatura corporal de los neonatales. Aquí, se exhiben datos y gráficos que detallan los valores mínimos y máximos de temperatura de los neonatos. Asimismo, se incluyen gráficos estadísticos que ilustran la variación de temperatura y humedad registrada durante la semana actual mediante el sensor correspondiente.



2.2.2. GESTIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTAL

En este apartado, se proporciona la información relacionada a la temperatura ambiente en la zona de maternidad de los neonatos. Se presentan imágenes y gráficos que detallan los valores mínimos y máximos de la temperatura del entorno donde se ubican los neonatos. También, se incluyen gráficos estadísticos que representan la variación de temperatura y humedad registrada durante la presente semana a través del sensor correspondiente.



2.2.3. GESTIÓN DE CAMADAS

En la opción **Registro de Partos**, se visualizará la información concerniente a los partos registrados con opciones disponibles para la modificación o eliminación de dichos registros. Asimismo, en esta sección se dispondrá de un formulario destinado al registro de todos los datos relevantes asociados a los partos ocurridos en el hato porcino.

The screenshot shows the 'Registro de Partos Porcinos' form in the HatoPorcinoESPAM system. The form is titled 'Registro de Partos Porcinos' and is located in the 'REGISTROS' section of the sidebar. The form contains the following fields and elements:

- 1:** Raza: A text input field for the pig breed.
- 2:** Fecha de Parto: A date input field with a calendar icon, showing the format dd/mm/aaaa.
- 3:** Hora de Parto: A time input field with a clock icon, showing the format --:--.
- 4:** Numero de neonatales total Nacidos: A numeric input field for the total number of newborn piglets.
- 5:** Numero de neonatales Vivos: A numeric input field for the number of live newborn piglets.
- 6:** Numero de neonatales Muertos: A numeric input field for the number of dead newborn piglets.
- 7:** Observación: A text area for recording observations.
- 8:** Guardar Datos: A blue button with a save icon to save the data.

1. Ingresar raza.
2. Ingresar fecha de parto.
3. Ingresar hora de parto.
4. Ingresar número de neonatales totales nacidos.
5. Ingresar número de neonatales vivos.
6. Ingresar número de neonatales muertos.
7. Ingresar observaciones.
8. Guardar datos.

2.2.4. GESTIÓN NEONATAL

En la opción **Registro de Neonatal**, se visualizará la información concerniente a los neonatales registrados con opciones disponibles para la modificación o eliminación de dichos registros. Asimismo, en esta sección se dispondrá de un formulario destinado al registro de todos los datos relevantes asociados a los neonatos nacidos en el hato porcino.

The screenshot shows the 'Registro de Cerdos Recién Nacidos' form within the HatoPorcinoESPAM application. The form is titled 'Registro de Cerdos Recién Nacidos' and contains the following fields and elements:

- Raza:** A text input field (1).
- Color:** A text input field (2).
- Fecha de Nacimiento:** A date input field with a calendar icon (3).
- Sexo:** A dropdown menu currently showing 'Macho' (4).
- Peso (kg):** A text input field with a numeric keypad icon (5).
- Observaciones:** A large text area for notes (6).
- Guardar Datos:** A blue button with a save icon (7).

1. Ingresar raza.
2. Ingresar color.
3. Ingresar fecha de nacimiento.
4. Ingresar sexo.
5. Ingresar peso (kg).
6. Ingresar observaciones.
7. Guardar datos.

2.2.5. GESTIÓN DE REPORTE

En el apartado de **Reportes**, se ofrecerán opciones para generar informes en formato PDF que abarquen los datos relacionados con la temperatura y humedad corporal de los neonatales porcinos, así como informes que detallen las temperaturas mínimas y máximas registradas en el hato porcino. Para llevar a cabo este procedimiento, es necesario establecer el intervalo de fechas que se desea consultar, especificando tanto la fecha de inicio como la fecha de finalización. Posteriormente, se procederá a hacer clic en el botón **"Generar Reporte PDF"** con el fin de obtener informes que presenten datos específicos registrados durante el periodo de fechas seleccionado.

Reporte de Datos de Temperatura y Humedad Corporal de los neonatales Porcinos

Fecha de Inicio: dd/mm/aaaa Fecha de Fin: dd/mm/aaaa

Fecha y Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)
2024-02-15 08:00:00	25	60
2024-02-15 09:00:00	25	60
2024-02-15 10:00:00	26	60
2024-02-15 11:00:00	25	60
2024-02-15 12:00:00	25	58
2024-02-15 13:00:00	26	60
2024-02-15 14:00:00	25	60

Generar Reporte PDF

Reporte de Datos de Temperatura Minima y Maxima de los neonatales del hato Porcino

Fecha de Inicio: dd/mm/aaaa Fecha de Fin: dd/mm/aaaa

Fecha y Hora	Temperatura Min (°C)	Temperatura Max (°C)
2024-02-15 08:00:00	25	30
2024-02-15 09:00:00	26	30
2024-02-15 10:00:00	26	30
2024-02-15 11:00:00	25	31
2024-02-15 12:00:00	27	31
2024-02-15 13:00:00	27	30
2024-02-15 14:00:00	27	30

Generar Reporte PDF

1. Ingresar fecha de inicio.

2. Ingresar fecha de fin.
3. Generar reporte en PDF.

Vista de documento generado sobre datos de temperatura mínima y máxima de los neonatales del hato porcino

Fecha y hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)
2024-02-15 00:00:00	28 °C	95%
2024-02-15 01:00:00	28 °C	95%
2024-02-15 02:00:00	28 °C	95%
2024-02-15 03:00:00	28 °C	95%
2024-02-15 04:00:00	28 °C	94%
2024-02-15 05:00:00	28 °C	94%
2024-02-15 06:00:00	28 °C	94%
2024-02-15 07:00:00	28 °C	94%
2024-02-15 08:00:00	29 °C	94%
2024-02-15 09:00:00	29 °C	94%
2024-02-15 10:00:00	30 °C	94%
2024-02-15 11:00:00	30 °C	94%
2024-02-15 12:00:00	30 °C	93%
2024-02-15 13:00:00	30 °C	93%
2024-02-15 14:00:00	31 °C	93%
2024-02-15 15:00:00	30 °C	94%
2024-02-15 16:00:00	30 °C	94%
2024-02-15 17:00:00	30 °C	95%
2024-02-15 18:00:00	29 °C	95%
2024-02-15 19:00:00	29 °C	95%
2024-02-15 20:00:00	29 °C	95%
2024-02-15 21:00:00	29 °C	95%
2024-02-15 22:00:00	29 °C	96%
2024-02-15 23:00:00	28 °C	96%

ANEXO 6. PRUEBAS UNITARIAS DEL SITIO WEB

Componente unitario: Registro de nuevo usuario

Precondición: el Usuario debe tener en link del sitio web privado

Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
Probar que puede suceder si no se llenan todos los campos requeridos.	Mensaje de error.	Alerta que indica que no se han completados los datos requeridos.	Correcto
Probar qué sucede si se registra un usuario que ya existe.	Mensaje de error.	Alerta que indica que ya existe ese usuario..	Correcto
Probar qué sucede si la contraseña creada no es segura	Mensaje de error.	Alerta que indica que la contraseña es poco segura.	Correcto
Probar que sucede si no se llenan los campos con los caracteres de los datos requeridos.	Mensaje de error.	Alerta que indica que la que los campos no tiene los caracteres correctos requeridos.	Correcto
Probar qué sucede si se registra un usuario.	Mensaje satisfactorio	Alerta que indica que el usuario ha sido registrado	Correcto

Componente unitario: Inicio de sesión

Precondición: El usuario debe estar Registrado

Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
Probar iniciar sesión sin completar todos los campos requeridos.	Mensaje de error.	.Alerta que indica que no se han completado los datos requeridos.	Correcto
Probar iniciar sesión con un nombre de usuario que no existe.	Mensaje de error.	Alerta que indica que el usuario no existe..	Correcto
Probar iniciar sesión con una contraseña incorrecta.	Mensaje de error.	Alerta que indica que la contraseña es incorrecta.	Correcto
Probar iniciar sesión con caracteres no válidos en los campos.	Mensaje de error.	Alerta que indica que los campos contienen caracteres no válidos.	Correcto
Probar iniciar sesión con credenciales válidas.	Mensaje satisfactorio.	Acceso al sistema y alerta que indica que el usuario ha iniciado sesión correctamente y bienvenida al sitio web.	Correcto

Componente unitario: Temperatura Ambiental y humedad del HATO

PORCINO

Precondición: El usuario debe estar autenticado

Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
Verificar que se muestren correctamente los cuadros estadísticos de temperatura ambiental y humedad.	Se muestran de manera estadística los datos coherentes y actualizados sobre la temperatura ambiental y la humedad del hato porcino.	Las herramientas estadísticas muestran datos actualizados y coherentes sobre la temperatura ambiental y la humedad del hato porcino.	Correcto
Verificar que los datos se presenten de forma clara y legible.	Los datos se muestran con una estructura clara y legible, utilizando gráficos o tablas que faciliten su interpretación..	Los datos se presentan en cuadros estadísticos con gráficos y tablas legibles y fáciles de interpretar.	Correcto
Comprobar que se actualicen automáticamente los datos periódicamente.	Los datos de temperatura ambiental y humedad se actualizan automáticamente cada cierto intervalo de tiempo, sin necesidad de recargar la página.	Los datos de temperatura ambiental y humedad se actualizan automáticamente cada 1 hora, sin necesidad de recargar la página.	Correcto
Verificar que solo los usuarios autenticados puedan acceder a la vista.	Solo los usuarios autenticados tienen acceso a la vista de datos estadísticos de temperatura ambiental y humedad del hato porcino	Se muestra un mensaje de error si un usuario no autenticado intenta acceder a la vista de datos estadísticos.	Correcto

Componente unitario: Temperatura máxima y mínima de lo neonatales dentro del HATO PORCINO

Precondición: El usuario debe estar autenticado

Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
Verificar que se muestren correctamente las herramientas estadísticas de temperatura máxima y mínima de neonatales.	Las herramientas estadísticas muestran datos coherentes y actualizados sobre las temperaturas máxima y mínima de los neonatales en el hato porcino.	Las herramientas estadísticas muestran datos actualizados y coherentes sobre las temperaturas máxima y mínima de los neonatales en el hato porcino.	Correcto
Verificar que los datos se presenten de forma clara y legible.	Los datos se muestran con una estructura clara y legible, utilizando gráficos o tablas que faciliten su interpretación..	Los datos se presentan en herramientas estadísticas con gráficos y tablas legibles y fáciles de interpretar.	Correcto
Comprobar que se actualicen automáticamente los datos periódicamente.	Los datos de temperatura máxima y mínima de neonatales se actualizan automáticamente cada cierto intervalo de tiempo, sin necesidad de recargar la página.	Los datos de temperatura máxima y mínima de neonatales se actualizan automáticamente cada hora, sin necesidad de recargar la página..	Correcto
Verificar que solo los usuarios autenticados puedan acceder a la vista.	Solo los usuarios autenticados tienen acceso a las herramientas estadísticas de temperatura máxima y mínima de neonatales en el hato porcino.	Se muestra un mensaje de error si un usuario no autenticado intenta acceder a las herramientas estadísticas..	Correcto

Componente unitario: Registro de partos

Precondición: El usuario debe estar autenticado

Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
Probar guardar el registro de parto con todos los campos completados.	Mensaje de confirmación de guardado.	El registro de parto se guarda correctamente..	Correcto
Probar guardar el registro de parto sin completar todos los campos requeridos.	Mensaje de error.	Alerta que indica que no se han completado todos los campos requeridos..	Correcto
Probar guardar el registro de parto con caracteres no válidos en los campos.	Mensaje de error.	Alerta que indica que algunos campos contienen caracteres no válidos.	Correcto

Probar listar todos los partos registrados.	Lista de neonatales registrados.	Se muestra una lista con todos los partos registrados.	Correcto
Probar editar los datos de un parto existente.	Mensaje de confirmación de edición.	Los datos del parto se actualizan correctamente.	Correcto
Probar eliminar un parto del registro.	Mensaje de confirmación de eliminación.	El parto seleccionado se elimina del registro.	Correcto

Componente unitario: Registro de neonatales

Precondición: El usuario debe estar autenticado

Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
Probar guardar un nuevo neonatal con todos los campos completados.	Mensaje de confirmación de guardado.	El neonatal se guarda correctamente en el registro..	Correcto
Probar guardar un nuevo neonatal sin completar todos los campos requeridos.	Mensaje de error.	Alerta que indica que no se han completado todos los campos requeridos.	Correcto
Probar guardar el registro de neonatal con caracteres no válidos en los campos.	Mensaje de error.	Alerta que indica que algunos campos contienen caracteres no válidos.	Correcto
Probar listar todos los neonatales registrados.	Lista de neonatales registrados.	Se muestra una lista con todos los neonatales registrados.	Correcto
Probar editar los datos de un neonatal existente.	Mensaje de confirmación de edición.	Los datos del neonatal se actualizan correctamente.	Correcto
Probar eliminar un neonatal del registro.	Mensaje de confirmación de eliminación.	El neonatal seleccionado se elimina del registro.	Correcto

Componente unitario: Generar Reporte

Precondición: El usuario debe estar autenticado

Descripción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
Probar generar un reporte en PDF seleccionando fechas de inicio y fin válidas.	Archivo PDF generado correctamente con los datos del periodo seleccionado.	Se genera un archivo PDF con el reporte solicitado.	Correcto
Probar generar un reporte en PDF seleccionando una fecha de inicio posterior a la fecha de fin..	Mensaje de error.	Alerta que indica que la fecha de inicio debe ser anterior a la fecha de fin.	Correcto
Probar generar un reporte en PDF seleccionando una fecha de inicio futura.	Mensaje de error	Alerta que indica que la fecha de inicio debe ser anterior a la fecha actual.	Correcto
Probar generar un reporte en PDF seleccionando una fecha de fin futura.	Mensaje de error	Alerta que indica que la fecha de fin debe ser anterior a la fecha actual.	Correcto

**ANEXO 5. CODIGO DEL ID DEL ARDUINO, DE LA RASPBERRY
PI Y DEL SITIO WEB**

CÓDIGO DEL SCRIP PARA LA OBTENCIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL HATO PORCINO EN EL ID ARDUINO

```
#include <DHT.h>

// Definir el pin al que está conectado el sensor DHT

#define DHTPIN 2

// Tipo de sensor DHT que estás utilizando (DHT11 o DHT22)

#define DHTTYPE DHT22

// Inicializar el sensor DHT

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {

  // Inicializar puerto serie

  Serial.begin(9600);

  // Inicializar el sensor DHT

  dht.begin();

}

void loop() {

  // Retardo para permitir que el sensor se estabilice

  delay(2000);

  // Leer la temperatura ambiente en Celsius

  float temperaturaC = dht.readTemperature();

  // Leer la humedad relativa

  float humedad = dht.readHumidity();
```

```
// Comprobar si la lectura del sensor fue exitosa
if (isnan(temperaturaC) || isnan(humedad)) {
    Serial.println("Error al leer el sensor DHT.");
    return;
}

// Imprimir los datos en el puerto serie
Serial.print("Temperatura del Hato Porcino: ");
Serial.print(temperaturaC);
Serial.println(" °C");

Serial.print("Humedad: ");
Serial.print(humedad);
Serial.println(" %");

// Esperar una hora antes de realizar otra lectura
delay(3600000); // 1 hora = 3600000 milisegundos
}
```

CÓDIGO DEL SCRIP PARA LA OBTENCIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL DEL HATO PORCINO EN LA RASPBERRY PI

```
import matplotlib
matplotlib.use('agg') # Establecer el backend a 'agg'

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import board
import adafruit_mlx90640

# Inicializar el sensor MLX90640
i2c = board.I2C()
mlx = adafruit_mlx90640.MLX90640(i2c)
mlx.refresh_rate = adafruit_mlx90640.RefreshRate.REFRESH_2_HZ

# Crear un buffer para almacenar las temperaturas de los pixeles
temperaturas = [0] * 768

# Leer las temperaturas de los pixeles
try:
    mlx.getFrame(temperaturas)
    print("Temperaturas de los pixeles leidas correctamente!")
except RuntimeError as e:
    print("Error al leer las temperaturas de los pixeles:", e)

# Convertir las temperaturas a una matriz numpy
temperaturas_np = np.array(temperaturas).reshape((24, 32))

# Calcular la temperatura promedio, maxima y minima
temp_promedio = np.mean(temperaturas_np)
temp_maxima = np.max(temperaturas_np)
temp_minima = np.min(temperaturas_np)
```

```
# Visualizar la imagen termica con una escala de colores personalizada
plt.imshow(temperaturas_np, cmap='coolwarm', interpolation='nearest',
vmin=temp_minima, vmax=temp_maxima)

plt.colorbar(label='Temperatura (C)')

plt.title('Imagen Termica MLX90640\n'
          f'Temperatura Promedio: {temp_promedio:.2f}C\n'
          f'Temperatura Maxima: {temp_maxima:.2f}C\n'
          f'Temperatura Minima: {temp_minima:.2f}C')

plt.xlabel('Columna')
plt.ylabel('Fila')

plt.savefig('imagen_termica.png') # Guardar la imagen como un archivo PNG
```

CODIGO FUENTE GITHUB DEL SITIO WEB

The image shows a GitHub repository page for 'SistemaDomotico' by user 'RobertsIip'. The repository is public and has 1 commit and 0 tags. The main content is a file browser showing a directory structure with folders like 'app', 'bootstrap', 'config', 'database', 'lang', 'public', 'resources', 'routes', 'storage', and 'tests', and files like '.editorconfig', '.env.example', '.gitattributes', '.gitignore', 'README.md', 'artisan', 'composer.json', 'composer.lock', 'package-lock.json', 'package.json', and 'phpunit.xml'. All files and folders are dated '47 minutes ago'. On the right side, there are sections for 'About' (describing the system as a temperature control system), 'Releases' (no releases published), 'Packages' (no packages published), 'Languages' (a bar chart showing PHP at 77.6%, Blade at 17.0%, CSS at 5.2%, and JavaScript at 0.2%), and 'Suggested workflows' (Laravel, SLSA Generic generator, and PHP).

SistemaDomotico Public

Pin Unwatch 1 Fork Star 0

master 1 Branch 0 Tags

Go to file Add file Code

RobertsIip sistemaDomotico 8647186 · 47 minutes ago 1 Commits

app	sistemaDomotico	47 minutes ago
bootstrap	sistemaDomotico	47 minutes ago
config	sistemaDomotico	47 minutes ago
database	sistemaDomotico	47 minutes ago
lang	sistemaDomotico	47 minutes ago
public	sistemaDomotico	47 minutes ago
resources	sistemaDomotico	47 minutes ago
routes	sistemaDomotico	47 minutes ago
storage	sistemaDomotico	47 minutes ago
tests	sistemaDomotico	47 minutes ago
.editorconfig	sistemaDomotico	47 minutes ago
.env.example	sistemaDomotico	47 minutes ago
.gitattributes	sistemaDomotico	47 minutes ago
.gitignore	sistemaDomotico	47 minutes ago
README.md	sistemaDomotico	47 minutes ago
artisan	sistemaDomotico	47 minutes ago
composer.json	sistemaDomotico	47 minutes ago
composer.lock	sistemaDomotico	47 minutes ago
package-lock.json	sistemaDomotico	47 minutes ago
package.json	sistemaDomotico	47 minutes ago
phpunit.xml	sistemaDomotico	47 minutes ago

About

Sistema para el control de la Temperatura ambiental y Corporal dentro de los Galpones del Hato Porcino

Readme Activity 0 stars 1 watching 0 forks

Releases

No releases published [Create a new release](#)

Packages

No packages published [Publish your first package](#)

Languages

PHP	77.6%	Blade	17.0%
CSS	5.2%	JavaScript	0.2%

Suggested workflows

Based on your tech stack

- Laravel Test a Laravel project. [Configure](#)
- SLSA Generic generator Generate SLSA3 provenance for your existing release workflows. [Configure](#)
- PHP [Configure](#)