



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERAS EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO SECADOR DE GRANOS
DE CACAO PARA LA FINCA “CALLE”**

AUTORES

**CALLE CHAFLA KAREN LISBETH
VELEZ ZAMBRANO JULISSA DAYANA**

TUTORA

ING. REAL AVILES KARINA PAOLA, MSc.

**MILAGRO, ECUADOR
2025**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO SECADOR DE GRANOS DE CACAO PARA LA FINCA “CALLE”, realizado por las estudiantes CALLE CHAFLA KAREN LISBETH; con cédula de identidad N°0941144461 y VELEZ ZAMBRANO JULISSA DAYANA; con cédula de identidad N°0955643317 de la carrera COMPUTACIÓN, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Real Avilés Karina Paola, M.Sc.
Tutor

Milagro, 12 de junio del 2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “DESARROLLO DE UN PROTOTIPO SECADOR DE GRANOS DE CACAO PARA LA FINCA “CALLE””, realizado por las estudiantes CALLE CHAFLA KAREN LISBETH y VELEZ ZAMBRANO JULISSA DAYANA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. CABEZAS ROBERTO, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. CARDENAS MARIO, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. SAMANIEGO TERESA, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 29 de abril del 2025

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado especialmente a mis padres por su guía y amor incondicional, además del apoyo y la motivación constante que me han impulsado en cada paso del camino. A mis familiares por su valiosa ayuda a lo largo de este proceso, también a mi querida mascota por su fiel compañía y por llenar mis días de alegría en los momentos más difíciles. Y sobre todo a Dios, que me ha llenado de su infinita sabiduría y me ha guiado en el camino del conocimiento para poder culminar con este proyecto.

Calle Chafra Karen Lisbeth

Dedico este trabajo a mis padres y a mis hermanas, quienes con su apoyo constante y comprensión hicieron posible que este proyecto llegara a término. Su ejemplo y motivación han sido pilares en cada paso de este camino.

Velez Zambrano Julissa Dayana

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios por brindarme la fortaleza y paciencia necesaria para superar cada desafío a lo largo de este proceso. A mis padres que son mis pilares más importantes en mi vida debido a su gran apoyo y amor incondicional que me han brindado. También expreso mi gratitud al tutor guía por su dedicación, paciencia y consejos, ya que su orientación y apoyo fueron de gran importancia para el desarrollo y éxito del proyecto. Y finalmente agradezco de corazón a mi tía, propietaria de la finca, por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto en su propiedad, por lo que su generosidad y disposición fueron indispensables para que este trabajo de titulación se hiciera realidad.

Calle Chafra Karen Lisbeth

Agradezco profundamente a mis padres y a mis hermanas, quienes, con su apoyo incondicional, me han dado la fuerza para seguir adelante en cada etapa de esta experiencia académica. Su confianza y paciencia han sido fundamentales para alcanzar esta meta. También expreso mi gratitud a mi docente guía, por su orientación y compromiso en el desarrollo de este proyecto.

Velez Zambrano Julissa Dayana

Autorización de Autoría Intelectual

Nosotras CALLE CHAFLA KAREN LISBETH y VELEZ ZAMBRANO JULISSA DAYANA, en calidad de autoras del proyecto realizado, sobre “DESARROLLO DE UN PROTOTIPO SECADOR DE GRANOS DE CACAO PARA LA FINCA “CALLE”” para optar el título de INGENIERA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, por la presente autorizamos a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

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

Milagro, 12 de junio del 2025

CALLE CHAFLA KAREN LISBETH

C.I. 0941144461

VELEZ ZAMBRANO JULISSA DAYANA

C.I. 0955643317

RESUMEN

Hoy en día el uso de las tecnologías de información ha contribuido de manera significativa en la agricultura, permitiendo optimizar ciertos procesos agrícolas, en este proyecto se presenta el desarrollo de un prototipo secador automatizado para facilitar el proceso de secado de cacao en la Finca “Calle”, ya que, debido a las dificultades del método tradicional, la dueña se limitó a vender únicamente cacao en baba. Para su elaboración se siguió la metodología de prototipado que en la fase de comunicación se recopiló toda la información necesaria mediante la observación, la entrevista e historias de usuarios. Posteriormente en el modelado y diseño rápido se emplearon diversos diagramas UML como casos de uso, de flujo y de secuencia, además se diseñaron los esquemas tanto eléctrico como electrónico para garantizar conexiones precisas antes de su implementación física. Después en la tercera fase se construyó la estructura mecánica del prototipo, se realizaron las conexiones del circuito y se programó la aplicación móvil en Android Studio. En la última etapa se llevaron a cabo pruebas de caja negra, integración y usabilidad para validar el funcionamiento del sistema. Como resultado se obtuvo un prototipo capaz de realizar el proceso de secado uniforme en un tiempo promedio de 4 horas con cantidades de cacao entre 20 y 25kg, permitiendo monitorear las condiciones internas del secador mediante sensores y visualizarlas en la app. De tal modo que permite facilitar y reducir la duración del proceso en comparación con la forma tradicional que requiere mucho trabajo y tiempo.

Palabras claves: *Aplicación móvil, Cacao, Prototipo, Secador*

ABSTRACT

Nowadays, the use of information technologies has significantly contributed to agriculture, enabling the optimization of certain agricultural processes. This project presents the development of a prototype automated dryer to facilitate the cocoa drying process at the "Calle" farm. Due to the challenges of the traditional method, the owner had been limited to selling only wet cocoa beans. The prototyping methodology was followed for its development. During the communication phase, all necessary information was gathered through observation, interviews, and user stories. Subsequently, in the modeling and rapid design phase, various UML diagrams were utilized, including use case, flow, and sequence diagrams. Additionally, electrical and electronic schematics were designed to ensure precise connections prior to physical implementation. In the third phase, the mechanical structure of the prototype was built, circuit connections were completed, and the mobile application was programmed in Android Studio. In the final stage, black-box, integration, and usability tests were conducted to validate the system's functionality. As a result, a prototype capable of achieving a uniform drying process within an average time of 4 hours for cocoa quantities ranging from 20 to 25 kg was developed. The system allows monitoring the dryer's internal conditions through sensors, with real-time data visualization on the mobile app. This approach facilitates and significantly reduces the duration of the drying process compared to the traditional method, which is labor-intensive and time-consuming.

Keywords: *Mobile application, Cocoa, Prototype, Dryer*

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
ÍNDICE DE APÉNDICES	XIII
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	16
1.2.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2.2 Formulación del problema	17
1.3 Justificación de la investigación	17
1.4 Delimitación de la investigación	19
1.5 Objetivo general	20
1.6 Objetivos específicos	20
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1 Estado del arte	21
2.2 Bases teóricas.....	24
2.2.1 El cacao y sus características	24
2.2.2 Proceso de secado de cacao	24
2.2.3 Tipos de máquinas secadoras de cacao	25
2.2.3.1. Secadora rectangular.....	25
2.2.3.2. Secadora de tambor rotativo.....	26
2.2.3.3. Secadora cilíndrica.....	26
2.2.4 Diagramas de caso de uso.....	27
2.2.5 Diagrama de secuencia.....	27
2.2.6 Diagrama electrónico.....	28
2.2.7 Motor	28

2.2.8	Agitadores de paletas.....	28
2.2.9	Sensor DHT11.....	28
2.2.10	Relé.....	29
2.2.11	Termocupla tipo K.....	29
2.2.12	ESP8266.....	29
2.2.13	Resistencias eléctricas.....	30
2.2.14	Cables jumpers.....	30
2.2.15	Display LCD.....	30
2.2.16	Protoboard.....	31
2.2.17	Android Studio.....	31
2.2.18	Lenguaje de programación Java.....	31
2.2.19	MySQL.....	32
2.2.20	IDE Arduino.....	32
2.2.21	Lenguaje C++.....	33
2.2.22	Tinkercard.....	33
2.2.23	Pruebas de usabilidad.....	33
2.2.24	Pruebas de integración.....	34
2.3	Marco legal.....	34
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1	Enfoque de la investigación.....	37
3.1.1	Tipo y alcance de la investigación.....	37
3.1.1.1.	Investigación Aplicada.....	37
3.1.1.2.	Investigación Descriptiva.....	37
3.1.1.3.	Investigación Documental.....	38
3.1.2	Diseño de investigación.....	38
3.2	Metodología.....	38
3.2.1	Comunicación.....	39
3.2.2	Modelado y diseño rápido.....	39
3.2.3	Construcción del prototipo.....	39
3.2.4	Desarrollo, entrega y retroalimentación.....	40
3.2.5	Recolección de datos.....	40
3.2.5.1.	Recursos.....	40
3.2.5.1.1.	Recursos humanos.....	40
3.2.5.1.2.	Recursos bibliográficos.....	40

3.2.5.1.3. Recursos tecnológicos.....	40
3.2.5.1.4. Recursos mecánicos.....	41
3.2.5.1.5. Presupuesto del proyecto.....	41
3.2.5.2. Métodos y técnicas.....	42
3.2.5.2.1. Método analítico.....	42
3.2.5.2.2. Técnica de la observación.....	42
3.2.5.2.3. Técnica de la entrevista.....	43
3.2.6 Análisis estadístico.....	43
4. RESULTADOS.....	44
4.1 Realización de la recopilación de datos mediante entrevistas y observación directa para el establecimiento los requisitos funcionales y no funcionales del prototipo.....	44
4.2 Diseño de la arquitectura del prototipo electrónico por medio de Tinkercard y el uso de diagramas UML para la comprensión del modelo y el funcionamiento del secador.....	45
4.3 Construcción del secador integrando los componentes electrónicos y realizando un sistema móvil que permita el control del prototipo para automatizar el proceso de secado.....	47
4.4 Verificación del funcionamiento por medio de pruebas de usabilidad e integración para la comprobación del correcto desempeño del secador.....	51
5. DISCUSIÓN.....	54
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
6.1 Conclusiones.....	59
6.2 Recomendaciones.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	68
APÉNDICES.....	143

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Modelo de ficha de observación.....	68
Anexo N° 2: Resultados de la ficha de observación.....	69
Anexo N° 3: Modelo de entrevista.....	71
Anexo N° 4: Resultados de la entrevista.....	73
Anexo N° 5: Análisis de la entrevista.....	75
Anexo N° 6: Historias de usuario.....	77
Anexo N° 7: Requisitos funcionales.....	82
Anexo N° 8: Requisitos no funcionales.....	84
Anexo N° 9: Diagrama de Contexto.....	85
Anexo N° 10: Arquitectura de la propuesta tecnológica.....	86
Anexo N° 11: Prototipo de forma gráfica.....	87
Anexo N° 12: Esquema del sistema.....	88
Anexo N° 13: Diagrama de flujo de proceso.....	89
Anexo N° 14: Diagramas de casos de uso.....	90
Anexo N° 15: Diagrama de secuencia.....	99
Anexo N° 16: Diagrama de base de datos.....	100
Anexo N° 17: Diccionario de datos.....	101
Anexo N° 18: Diagrama eléctrico.....	105
Anexo N° 19: Diagrama electrónico.....	106
Anexo N° 20: Interfaces del sistema.....	107
Anexo N° 21: Pruebas de integración.....	113
Anexo N° 22: Pruebas de caja negra.....	117
Anexo N° 23: Prueba de usabilidad.....	136
Anexo N° 24: Resultados de la prueba de usabilidad.....	138
Anexo N° 25: Evidencias del sistema.....	142

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice N° 1: Manual técnico	143
Apéndice N° 2: Manual de usuario.....	165

1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información han ayudado de forma considerable a la agricultura en controles de plagas y conocer el uso eficiente de los suelos, otro de los beneficios es el uso de estas tecnologías para crear dispositivos que optimicen ciertos procesos agrícolas como por ejemplo el secado de cacao y así poder reducir el tiempo de trabajo y evitar posibles pérdidas al depender de las condiciones climáticas con el método de secado tradicional.

En este contexto, este proyecto está orientado a optimizar el proceso de secado de cacao, el cual se lo aplicó en la finca cacaotera “Calle” ubicada en el recinto Chagüe del cantón Naranjito que se dedica a la producción y venta de cacao desde hace más de 20 años, cuenta con una extensión de terreno de casi 2 hectáreas, debido a los gastos generados por la contratación de personal, el tiempo y el esfuerzo requerido para realizar el largo proceso de secado, la dueña se ha visto en la necesidad de dejar de vender los granos de cacao secos y en su lugar se dedica solo a la venta de los granos en baba.

Debido a lo antes ya mencionado el objetivo de este proyecto fue desarrollar un prototipo secador automatizado que permita secar los granos de cacao en menos tiempo en comparación al método tradicional, el proceso se realiza mediante microcontroladores que accionen el sistema de movimiento y de calor para un secado uniforme, este proceso y los datos recopilados por los sensores de temperatura y humedad se ven reflejados en un aplicativo móvil con el que cuenta el prototipo.

1.1 Antecedentes del problema

El cacao es considerado uno de los cultivos tradicionales y más importantes del Ecuador debido a las grandes cantidades que se exportan, es por esto que en la actualidad la mayoría de los agricultores se dedican a su producción. Uno de los factores más importantes es la fermentación ya que este proceso ayuda a aumentar la calidad de los granos de cacao. Durante el tiempo que dura la fermentación lo que ocurre es que la baba que cubre el grano de cacao es metabolizada por microorganismos los cuales realizan cambios fisicoquímicos importantes para determinar su calidad para lo cual es importante que los granos alcancen una humedad aproximada de 55-60% establecida por las Normas técnicas ecuatorianas (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2022). Es importante considerar

también el contenedor donde se realiza el fermentado, por ejemplo, si se lo realiza en un cajón de madera se puede obtener un mejor sabor y aroma a diferencia de realizarlo en un saco.

En el proceso de fermentación que se realiza posterior a la cosecha, existen varias formas de hacerlo como por ejemplo en sacos o cajones de madera y su porcentaje de humedad va entre los 55 y 60%. Los granos de cacao ya fermentados son secados de manera lenta y a una temperatura entre 40°C y 60°C para así lograr de manera eficiente las reacciones químicas que necesitan los granos para alcanzar la acidez y coloración adecuados, este proceso es realizado de manera natural por los agricultores debido a su bajo costo, hasta que alcance el porcentaje óptimo de secado que es de aproximadamente 7% (Quispe , 2022). Esta forma de secado es mayormente realizada en climas cálidos para aprovechar al máximo las radiaciones solares y obtener un buen producto en el menor tiempo posible.

De tal modo que, el proceso de secado es también una parte fundamental para conservar la calidad del producto. Ya que, este proceso es tradicionalmente realizado por los agricultores de manera natural y consiste en extender los granos de cacao en una superficie conocida como tendal la cual aprovecha la radiación solar para secar los granos, pero en invierno este proceso puede ser perjudicial debido a la presencia de lluvias lo cual puede provocar daños en el producto y pérdidas de grandes cantidades de producción (Burgos et al., 2022). Al ser un proceso realizado de forma natural y dependiente del sol puede llegar a durar entre 5 y 7 días para reducir la humedad del 60% al 7%.

Para preservar la calidad del cacao sin tostar, es fundamental mantener su humedad en un intervalo adecuado, que va aproximadamente del 6.5% al 7.5%. Si la humedad cae por debajo del 6%, la cáscara tiende a volverse frágil y propensa a romperse, lo que puede generar una mayor proporción de granos dañados. En contraste, cuando el contenido de humedad supera el 8%, se incrementan las posibilidades de deterioro por microorganismos como hongos y bacterias, comprometiendo tanto la seguridad del producto como su sabor y rendimiento en el procesamiento (ISCQF, 2020). Este parámetro también resulta clave en la evaluación del cacao, ya que permite ajustar el proceso de tostado para resaltar al máximo las cualidades aromáticas de cada muestra en particular.

Debido a esto Ecuador ha estado perdiendo competitividad en los mercados de cacao fino de aroma. Esto se debe principalmente al mal manejo del cacao

durante los procesos de producción y postcosecha, ya que los exportadores no se aseguran de que la semilla que envían cumpla con los estándares de calidad requeridos (Alcívar et al., 2022). La consecuencia de esta situación es que tanto el país como los exportadores se ven castigados con precios reducidos y restricciones en las cuotas de exportación, es por esto que este proyecto tuvo como objetivo desarrollar una máquina de secado de cacao.

El proyecto realizado por Barreiro y Villavicencio (2022) se enfocó en rediseñar un secador de cacao. Al rediseñar el secador lo que buscaban era reducir los días de trabajo al poder tomar el producto después de la fermentación y secarlo a una temperatura de 50°C, como resultado del análisis realizado para rediseñar el secador obtuvieron que al ser una estructura rectangular y debido a que el calor ingresa por uno de sus laterales, la distribución de calor no sería uniforme en todo el secador. En base a esto lo que se buscó mejorar con el desarrollo de este proyecto fue lograr que la fuente de calor este ubicada en la parte inferior del secador y así conseguir que la temperatura en toda la estructura sea la misma.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El sector cacaotero actualmente enfrenta una dificultad en cuanto al proceso de secado de los granos de cacao, debido a que, al realizarlo de manera natural implica una considerable inversión de tiempo y esfuerzo, ya que, el mismo puede llegar a durar hasta 6 días dependiendo de la intensidad de luz solar, lo que resulta que este método a largo plazo termine siendo costoso, debido al aumento en el pago de personal en función de los días trabajados.

Actualmente en la finca “Calle”, ya no se realiza el secado de los granos de cacao y se ha limitado exclusivamente a la venta del cacao en su estado de recolección, conocido como “baba”, esta decisión se debe al considerable trabajo y tiempo requeridos para el proceso de secado ya que puede extenderse de 3 a 6 días dependiendo de la intensidad solar, además el lugar donde se realizaba este proceso es un espacio rectangular de cemento, también conocido como tendal, ubicado en un lugar donde se aprovecha al máximo la exposición directa del sol, aquí en este espacio se solían colocar los granos de cacao, mientras que una persona se encargaba de moverlos cada media hora o cada hora durante el día para de esta manera garantizar un secado uniforme.

Sin embargo, este método enfrentaba desafíos climáticos, como la lluvia, que prolongaban la duración del secado hasta 8 o incluso 12 días, además considerando que la productividad de cacao en baba de la finca es de aproximadamente 12 a 15 quintales, en caso de una mayor producción sería necesario contar con un tendal más amplio para abarcar la totalidad de los granos recolectados, así como también un incremento en los pagos del personal, ya que se requeriría más personas que se encarguen del movimiento constante para lograr un secado uniforme en la menor cantidad de tiempo posible.

1.2.2 Formulación del problema

El sector cacaotero enfrenta desafíos significativos en el proceso de secado de los granos de cacao ya que la utilización de métodos naturales implica una inversión considerable de tiempo y esfuerzo, además al depender exclusivamente de la intensidad de luz solar, lo que resulta en costos adicionales debido al pago de personal y la pérdida de eficiencia a largo plazo, por este motivo la finca “Calle” se limitó solo a la venta de cacao en baba. Ante esta situación el desarrollo de un prototipo secador puede representar una solución para retomar y mejorar el proceso de secado de cacao en la finca. Por esta razón se establece la siguiente pregunta de investigación.

¿De qué manera podría mejorar el proceso de secado de cacao en la finca “Calle” con el desarrollo de un prototipo secador automatizado para reducir el tiempo y el esfuerzo requeridos?

1.3 Justificación de la investigación

El proyecto consistió en elaborar una secadora artificial del tipo rectangular con unas medidas de 1.20m de largo, 80cm de ancho y 50cm de alto. En donde este secador tiene un mecanismo removedor de granos automatizado que utiliza un motor para impulsar una paleta en forma de rastrillo que cuando se desplace hacia un extremo termine regresando hacia el otro y así sucesivamente todo esto gracias a un sistema de cadenas y engranaje, y poder así mover los granos de cacao de manera uniforme. Además, el prototipo tiene ubicada las resistencias calóricas en la parte inferior del contenedor para que genere y proporcione calor a los granos de cacao, así mismo, cuenta con los sensores DHT11 y termocupla tipo K para monitorear la humedad y temperatura, dicha información recopilada se muestra en una pantalla LCD para verificar las condiciones óptimas dentro del

secador. De tal modo que para el funcionamiento y conexión de todos los componentes se implementó un sistema controlado por una placa NodeMcu Esp8266 y un relé doble, este sistema está organizado y conectado de manera ordenada en una protoboard, que sirve como plataforma central para los componentes electrónicos del sistema. Por ejemplo, cuando se enciende el prototipo a través del aplicativo móvil se envía la señal al Esp8266, este a su vez activa al relé para que comience a funcionar el mecanismo removedor de los granos de cacao y también el de activar las resistencias calóricas. Asimismo, cuando se presione el botón de apagado en la aplicación, se envía otra señal que desactive el relé y deteniendo tanto el mecanismo como las resistencias.

Se llevó a cabo este proyecto, ya que, le permite a la propietaria de la finca realizar el proceso de secado de manera automática. Además de que por medio de la aplicación se puede observar una notificación cuando el secado ya esté completo, junto con la posibilidad de monitorear el tiempo, la temperatura y humedad del secador, así como activar o desactivar el prototipo según sea necesario. De tal forma que, le ayude a reducir significativamente el tiempo y el esfuerzo requerido de llevar a cabo este proceso a comparación de cuando lo hacían de forma tradicional.

Por lo cual, en la parte de hardware el prototipo cuenta de los siguientes elementos:

- Motor
- Cables jumpers
- Relé
- Resistencias calóricas
- Sensor de temperatura termocupla tipo K
- Sensor de humedad DHT11
- Pantalla LCD
- NodeMcu ESP8266
- Protoboard

En la parte de software se desarrolló una aplicación móvil, la cual fue llevada a cabo en Android Studio que está basada en el lenguaje de programación Java y también se empleó la base de datos MySQL para poder almacenar toda la información que se recolecta por parte de los sensores como por ejemplo el de la

temperatura y el de la humedad. De esta manera, esta aplicación cuenta con los siguientes módulos:

- **Módulo de seguridad:** En este módulo se puede acceder al sistema mediante el ingreso de usuario y contraseña para acceder a toda la información acerca del proceso de secado que se haya realizado o el que se esté llevando a cabo en el momento. Además, la dueña de la finca fue asignada como administradora y ella es la única que pueda registrar nuevos usuarios para los trabajadores una vez que haya iniciado sesión.
- **Módulo de control:** Al iniciar sesión se muestra este apartado en donde se visualiza si el prototipo está conectado con el aplicativo móvil, así como también visualizar el tiempo, la temperatura y la humedad del secado de los granos de cacao y además hay un botón que permite encender o apagar el secador de forma manual.
- **Módulo de reportes:** En esta sección se visualiza la información de las veces que ha realizado el proceso de secado en el prototipo, empezando por la fecha y hora de inicio del proceso, el peso en kilogramos (Kg), la duración y el estado del proceso. Luego se visualiza el detalle de las lecturas de los sensores de humedad y temperatura cada 10 minutos desde que empiece hasta que haya terminado de secar los granos de cacao.
- **Módulo de configuración:** Aquí se selecciona el rango de parámetros tanto de la temperatura como de la humedad que se consideren óptimos para el secado de cacao, una vez que se inicie el proceso y estos parámetros lleguen a sobrepasarse o no alcancen los valores indicados se enviará una notificación de alerta.
- **Módulo de notificaciones:** En este apartado se muestran todas las notificaciones como las de alerta del módulo de configuración y también cuando los granos de cacao hayan alcanzado la humedad ideal, el secador mandará una notificación al usuario informando que el cacao ya se encuentra seco y que puede retirarlo.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Finca “Calle” ubicada en el recinto Chagüe del cantón Naranjito.

- **Tiempo:** La duración del proyecto abarca un periodo de 9 meses (2 meses para el desarrollo del anteproyecto y 7 meses para la propuesta tecnológica).
- **Población:** Dueña y empleados de la finca “Calle” que participan en el proceso de secado de los granos de cacao.

1.5 Objetivo general

Desarrollar un prototipo secador por medio de componentes electrónicos y procesos electromecánicos que permita realizar el secado de granos de cacao de forma automática en la finca “Calle”.

1.6 Objetivos específicos

- Realizar la recopilación de datos mediante entrevistas y observación directa para el establecimiento los requisitos funcionales y no funcionales del prototipo.
- Diseñar la arquitectura del prototipo electrónico por medio de Tinkercard y el uso de diagramas UML para la comprensión del modelo y el funcionamiento del secador.
- Construir el secador integrando los componentes electrónicos y realizando un sistema móvil que permita el control del prototipo para automatizar el proceso de secado.
- Verificar el funcionamiento por medio de pruebas de usabilidad e integración para la comprobación del correcto desempeño del secador.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En la actualidad, la aplicación de nuevas tecnologías está transformando los procesos agrícolas, ya que ofrecen nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia y la productividad a través de tecnología automatizada como en el caso del proceso de secado de cacao ya que mediante el desarrollo de un secador automático proporciona una solución que permite agilizar y reducir el tiempo y esfuerzo requerido en comparación con los métodos tradicionales. Tal es el caso de la investigación científica a nivel mundial realizada en Indonesia por Mohammad et al. (2022) se centró en el diseño de un limpiador y secador de granos de cacao, en donde los agricultores lo hacían de forma natural y cuando había época de lluvias el secado tomaba más tiempo por lo que le podía caer moho, además de que los equipos que le ofrecían las fábricas eran costosos y no eran asequibles para los agricultores. Por esta razón los autores decidieron hacer una sola máquina del tipo rotatoria que abarcara ambos procesos a partir de materiales como Arduino, sensores de humedad y temperatura, relé, motor AC, un calentador, un interruptor y una protoboard. Ellos realizaron varias pruebas en la máquina con varias muestras de cacao para determinar su eficiencia, por lo que la limpieza resultó en una disminución del peso de los granos de cacao en 10 minutos, mientras que el secado logró un contenido de humedad del 6.00% en 5 horas y 10 minutos. De tal modo que este equipo resultó ser más eficiente para los agricultores en comparación de los métodos tradicionales de secado y limpieza empleados.

Otra investigación elaborada en Indonesia por Kurniawan et al. (2023) se enfocó en el desarrollo de una tecnología inteligente para secar los granos de cacao mediante un sistema integrado, ya que, el método de secado que utilizaban dependía del calor de la luz solar, en donde tomaba de 5 a 7 días en completarse el proceso y afectaba la calidad del producto. De tal modo que, ellos emplearon la metodología de prototipado y desarrollaron un sistema que utiliza un microcontrolador Arduino Uno, sensores como el DHT22 para la medición de temperatura, el sensor SoilMoisture para controlar la humedad y un RTC DS3231 para realizar la programación. Además, para proporcionar el calor necesario y mantener una temperatura estable se integraron 8 lámparas incandescentes de 25 vatios. Como resultado después de 7 horas de funcionamiento de la máquina

podieron reducir la humedad del cacao al 6,8%. Siendo esta una gran alternativa para poder realizar el proceso de secado sin depender de la luz solar y así evitando problemas climáticos como la lluvia.

Por otro lado, a nivel regional se realizó un estudio en Brasil por Furtado et al. (2022) que se basó en el desarrollo de un sistema de secado automatizado para los granos de cacao en la región amazónica, justamente la cosecha de cacao era durante épocas de lluvia por lo que duraba más tiempo mediante métodos tradicionales, para el desarrollo eléctrico del sistema utilizaron un microcontrolador Esp8266-12E, protoboard, sensores de humedad y temperatura, y un relé, además para eliminar la humedad de los granos de cacao implementaron el secado mediante flujo de aire caliente con un ventilador centrífugo. También desarrollaron una app llamada Data Silo encargada de mostrar los datos recolectado por los sensores y poder activar o desactivar el sistema de secado. Los resultados obtenidos mostraron que con un flujo de aire de $6\text{m}^3/\text{s}$, se requerían 16 horas para estabilizar la masa de los granos de cacao, mientras que con un flujo de $12\text{m}^3/\text{s}$, el tiempo se reducía a 12 horas, indicando que velocidades más altas ofrecían tiempos de secado más cortos. De tal modo que este estudio proporciona una alternativa eficiente y de bajo costo para mejorar el proceso de secado de cacao en regiones donde las condiciones climáticas prolongan significativamente el tiempo de este proceso.

Otro estudio de nivel regional es el que se llevó a cabo en Colombia por Agamez (2020) que consistió en el diseño de un secador convectivo para mejorar la calidad del cacao antioqueño en comparación a la que se obtenía cuando se lo realizaba de forma tradicional. Este sistema utilizó desechos de cacao como fuente de energía que incluían una base para el secado, mezcladores, horno, cámara de aire, ciclón motor DC y también ventiladores, pero estos estaban controlados por un PID para que regularan tanto el volumen como la temperatura del aire usado en el proceso, además de que se realizaron ensayos para obtener la cinética de secado del cacao bajo las condiciones propuestas. De tal modo que, los resultados que obtuvieron fueron que el tiempo para reducir la humedad del cacao al 8% fue de casi 9 horas, con la velocidad de secado variando según la humedad inicial del cacao. Por lo que, este diseño ofrece una solución de mejorar la calidad del cacao y aprovechando los residuos de la producción.

De igual manera, a nivel nacional un proyecto realizado en Guayaquil por Duarte y Morán (2020) se enfocó en realizar una valoración y rediseño de un secador de cacao rectangular hecho de forma artesanal con 5 años de uso aproximadamente, en donde, el secador original tenía problemas de retención de calor y requería movimiento manual de los granos, para mejorar esto los autores realizaron un análisis térmico y mecánico considerando un tiempo de secado de 6 horas con una capacidad de 60 a 100 quintales para alcanzar una humedad final del 7-8%. También determinaron los materiales más adecuados para mantener el calor, optimizaron la productividad del secador y reemplazaron el blower por uno de 2hp de potencia, ya que, el anterior no era el adecuado para esa capacidad de la máquina, adicionalmente, diseñaron un mecanismo removedor de granos automático basado en un transportador tipo Redler de doble cadena. De esta forma, los resultados mostraron que, al cambiar el material de las paredes del contenedor de acero galvanizado a hormigón, las pérdidas de calor se redujeron en un 53.18%. Por lo que, este rediseño brinda la oportunidad a los agricultores de poder realizar mejoras en sus secadoras como la de una excelente distribución de calor y uniformidad del secado de forma automática.

Otro proyecto de titulación desarrollado en Guayaquil por Cárdenas y Castro (2023) se centró en el desarrollo de una máquina secadora de cacao del tipo cilíndrica vertical, esto se debió a las desfavorables condiciones climáticas en la fábrica Zhucay Chocolate, en donde el proceso de secado tradicional duraba muchos días porque la mayor parte del tiempo pasaba nublado o lluvioso. Los autores para resolver la problemática aplicaron la metodología de desarrollo rápido de aplicaciones (RAD), hicieron una entrevista y diagramas UML, para el prototipo usaron componentes electrónicos como sensores DHT22 y PT100, relé, microcontrolador, motor y resistencias calóricas. También desarrollaron un aplicativo móvil y una página web para monitorear el proceso de secado de manera eficiente. Los resultados que obtuvieron es que la máquina logró reducir la humedad al 5-7% en un tiempo de 4 a 5 horas y toda esta información podían observarla en la app móvil y obtener reportes mediante el sistema web. De esta manera este prototipo es una gran aportación para los productores de cacao ya que les permite hacer el proceso de secado de una manera eficiente y automática, sin la necesidad de depender de la luz solar.

Por último, el estudio elaborado en Latacunga por Gavilema y Rosillo (2021) se basó en la implementación de un secador híbrido que combina energía solar y gas licuado de petróleo (GPL), debido a los problemas que tiene el secado convencional al depender exclusivamente de la intensidad solar y en periodos de lluvia la radiación disminuye y la humedad aumenta, lo que afecta la calidad del producto. De tal modo que, la construcción del secador incluyó materiales como acero inoxidable, un sistema de remoción con eje y paletas, un controlador PID ajustable, blower eléctrico, relé, solenoide, quemador y sensor de temperatura. Los autores realizaron pruebas para comparar el secado tradicional con el prototipo experimental, en donde el primero tomó 2 días para secar una cantidad de cacao de 11.3kg y el segundo redujo la humedad de esta misma cantidad en solo 1.5 horas a 60°C. De esta manera, este proyecto brinda una gran aportación al sector cacaotero porque ayuda a reducir el tiempo de secado, mejorando la eficiencia energética y calidad del cacao.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El cacao y sus características

El cacao es un tipo de fruta producida en América del sur y cuenta con una gran presencia en el continente debido a la facilidad de su cultivo producido por pequeños agricultores. La planta de cacao es muy particular debido a que sus flores le crecen en el tallo, pasado los 2 años comienzan a crecer en sus ramas también, se estima que el 90% de la cosecha depende directamente de la polinización ya que por el crecimiento de sus flores esta es realizada por una diversa y abundante cantidad de insectos (Ríos et al., 2023). Debido a la importancia de preservar en un buen estado el cacao, el prototipo de la secadora cuenta con un diseño el cual permite que los granos se sequen a un tiempo y una temperatura óptima para no desperdiciar producto.

2.2.2 Proceso de secado de cacao

En el contexto actual existen varias formas de secar el cacao, como por ejemplo el secado natural y el secado artificial. Naranjo et al. (2021) comentan que el secado natural consiste en aprovechar la radiación solar para realizar el proceso de secado, lo cual lo hace dependiente de las condiciones climáticas, así como también un espacio grande para realizarlo, lo cual se ve comprometido en épocas de lluvia ya que retrasa el proceso de secado, por otro lado, se tiene el secado

artificial que consiste en generar calor con algún tipo de mecanismo y luego ir mezclando poco a poco los granos. Para el desarrollo de este proyecto se tomaron en cuenta las ventajas que ofrece el método de secado artificial ya que este le permite a la dueña de la finca “Calle” reanudar sus actividades comerciales con respecto a la venta de granos de cacao secos.

2.2.3 Tipos de máquinas secadoras de cacao

2.2.3.1. Secadora rectangular.

Este tipo de secadora es una de las opciones más usadas por los cacaoteros, ya que, pueden completar el proceso de secado en un tiempo significativamente menor y además de que ahorran energía. En la Figura 1 se muestra que esta máquina está formada por una estructura rectangular elaborada con materiales como acero inoxidable o en algunos casos por mampostería para la elaboración de su estructura, además incluye en uno de sus laterales otros elementos como un quemador, combustible que puede ser diésel o gas licuado de petróleo conocido comúnmente por su abreviatura GLP y también tiene un sistema de ventilación que por medio del quemador proporciona aire caliente a la parte inferior del secador para poder secar el cacao, sin embargo el movimiento uniforme de los granos se lo realiza de forma manual a través de unas paletas de metal o de madera (Duarte & Morán, 2020). De este modo, el proceso de secado resulta ser menos pesado para los productores de este fruto gracias al uso de esta máquina ya que reducen el tiempo de este proceso, aunque su gran desventaja es que se debe mover el cacao manualmente.

Figura 1.
Secadora rectangular de cacao



Fuente: Duarte y Morán (2020)

2.2.3.2. Secadora de tambor rotativo.

Otra de las opciones para realizar el proceso de secado de cacao de forma artificial es con las secadoras del tipo tambor rotativo. Esta máquina a diferencia de la anterior está compuesta por un cilindro giratorio que se ubica de forma horizontal, así como se observa en la Figura 2, también incluye un ventilador que dirige el aire caliente hacia los granos que se encuentran dentro del tambor y este a su vez va girando de forma lenta, lo que termina facilitando el movimiento uniforme de los granos de cacao. Además de que esta secadora es ampliamente usada en plantaciones de cacao que son extensas (Cacuango, 2023). De esta manera, esta máquina resulta de gran utilidad en el sector cacaotero, ya que reduce tanto el tiempo como el esfuerzo requerido, y del mismo modo ayuda a mantener la calidad del cacao.

Figura 2.
Secadora de cacao de tipo tambor rotativo



Fuente: Cacuango (2023)

2.2.3.3. Secadora cilíndrica.

Otra máquina secadora utilizada por los productores cacaoteros es la del tipo cilíndrica. Al igual que la rectangular ayuda a reducir el tiempo de secado lo menos posible, pero lo que la hace diferente es que cuenta con un mecanismo para remover los granos de cacao de forma automática al igual que la de tambor rotatorio. El material utilizado para su elaboración es comúnmente con acero inoxidable u otra opción es del tipo galvanizado. Esta también cuenta con su propio sistema para generar calor y su temperatura se encuentra ajustada de manera electrónica, por último, incluye una compuerta de salida que facilita la retirada de los granos de cacao secos (Duarte & Morán, 2020). Es por ello que, esta secadora también es una excelente opción para mejorar el proceso de secado, tal como se visualiza en la Figura 3, esta cuenta con una estructura circular y con su propio

sistema de paletas rotatorias lo que alivia a los trabajadores la tarea de mover manualmente los granos de cacao, debido a que la máquina lo hace automáticamente.

Figura 3.
Secadora cilíndrica de cacao



Fuente: Duarte y Morán (2020)

2.2.4 Diagramas de caso de uso

El diagrama de casos de uso es una manera de dibujar cómo se comporta algo, como por ejemplo un proceso o un sistema, usando un tipo de lenguaje llamado Modelado Unificado. El modelo de casos de uso describe los requerimientos de la aplicación, en este tipo de diagrama las funciones que contiene el sistema se muestran desde la perspectiva del usuario, que no tiene que ser una persona, sino que también puede ser otro sistema que se comunica con el sistema principal (Chán Chán et al., 2021). Bajo estas ideas, en el diagrama de casos de uso se evidencia la interacción que tiene el usuario con respecto a las funciones que contiene el prototipo, sin la necesidad de que dichas acciones tengan que ser detalladas cronológicamente.

2.2.5 Diagrama de secuencia

Un diagrama de secuencia es un tipo de diagrama que expone los eventos de entrada y salida. Los diagramas de secuencia representan la manera en que los objetos dentro de un sistema interactúan entre sí y la secuencia de mensajes intercambiados durante un periodo de tiempo determinado. La línea vertical, conocida como línea de vida del objeto, indica este paso temporal (Fierro et al., 2022). El uso de este tipo de diagramas permitió establecer un orden claro sobre el funcionamiento del sistema lo cual ayudó a que el prototipo satisfaga las necesidades del usuario.

2.2.6 Diagrama electrónico

El diagrama de un sistema electrónico es similar a un mapa en el cual se muestran las conexiones eléctricas marcadas en un circuito. El uso correcto de estos diagramas es lograr encontrar puntos característicos en el contexto real y configurar el diagrama para que los símbolos ubicados en el sean reflejados en su implementación física (Electronic Components, 2022). Este tipo de diagrama se utilizó para poder simular virtualmente como son las conexiones electrónicas y cuál es su comportamiento en su implementación.

2.2.7 Motor

Un motor eléctrico es una máquina elaborada para transformar la energía eléctrica en energía mecánica, específicamente en un movimiento de rotación. Este procedimiento se alcanza mediante la interacción de campos magnéticos generados en las bobinas del motor. En términos generales, su estructura se compone de dos componentes principales: el estator, que permanece estático, y el rotor, que gira dentro del estator. La energía eléctrica suministrada al motor produce la creación de un campo magnético que impulsa el movimiento del rotor, generando trabajo mecánico en el proceso (Plaza , 2023). De esta manera el motor proporciona movimiento al mecanismo de la paleta en forma de rastrillo, la cual se encarga de revolver los granos de cacao durante el proceso de secado.

2.2.8 Agitadores de paletas

Los agitadores de paleta son herramientas las cuales cumplen la tarea de agitar utilizando paletas en forma rectangular. En el contexto de este proyecto la paleta en forma de rastrillo servirá para ir mezclando progresivamente los granos de cacao para que gracias al calor proporcionado por las resistencias calóricas dichos granos se vayan secando homogéneamente y así evitar que algunos granos queden secos y otros muy húmedos (Indusco, 2022). El movimiento y la velocidad de este agitador de paleta son controlados por el motor.

2.2.9 Sensor DHT11

El sensor DHT11 es un dispositivo utilizado para medir temperatura y humedad relativa en el ambiente, es conocido por su simplicidad, precisión y bajo costo. Es un dispositivo certificado en laboratorio, conocido por su estabilidad y precisión en la generación de una salida de señal digital. Incorpora un termistor de

coeficiente de temperatura negativo, lo que asegura una medición precisa de la temperatura, las mediciones de temperatura en grados Celsius del sensor DHT11 se calibran en un rango de -50 a 70 °C y humedad en un rango de 20% a 90% (Ladino et al., 2022). Este tipo de sensor es relativamente simple de usar, y es utilizado para monitorear la humedad interna del prototipo.

2.2.10 Relé

El relé es un dispositivo el cual se puede definir como un pulsador que se puede controlar eléctricamente. El módulo de relé es un dispositivo diseñado para detectar corrientes excesivas que fluyen a través de él. Consiste en un circuito electromagnético o electroimán y uno o varios contactos que se activarán si la corriente excede un umbral determinado. Funciona como un relé electrónico para controlar circuitos que operan a voltajes superiores al del circuito principal (Potosí et al., 2024). En el desarrollo del secador el relé cumple la función de permitir u obstruir el paso de corriente al sistema de movimiento y a su vez a las resistencias calóricas.

2.2.11 Termocupla tipo K

Existen diferentes tipos de sensores de temperatura, entre los cuales se encuentra la termocupla, la cual tiene varias versiones adaptadas a distintos requerimientos. Un caso común es la termocupla tipo K, también llamada Chromel-Alumel. Esta termocupla tiene un rango de temperaturas que abarca desde -270°C hasta 1370°C, siendo una de las más comunes en aplicaciones industriales. Su curva de calibración es relativamente lineal y posee una sensibilidad de $0,041 \pm 0,002$ mV/°C (Marin E. , 2023). Este sensor se contempló como la mejor opción para implementarlo en el desarrollo del secador ya que es capaz de soportar altas temperaturas.

2.2.12 ESP8266

El módulo ESP8266 está diseñado especialmente para proyectos de internet de las cosas o también conocido por sus siglas IoT. Este es un pequeño chip fabricado en China por la empresa Espressi en la cual cumple con la función de poder conectar dispositivos cercanos a internet de manera inalámbrica sin la necesidad de cables, es decir, mediante una red wifi, además de que está integrado con un microcontrolador y es compatible con el protocolo TCP/IP (Román et al.,

2023). De tal modo que se convirtió en una opción muy conveniente para el proyecto ya que permite la comunicación inalámbrica entre el prototipo y la aplicación móvil.

2.2.13 Resistencias eléctricas

Para la generación del calor se utilizarán las resistencias eléctricas, ya que, las resistencias que operan mediante el efecto Joule son empleadas en procesos industriales para calentar materiales específicos según el método de transferencia de calor requerido ya sea por convección, conducción o radiación, además de que existe una gran variedad de tipos de resistencias eléctricas como por ejemplo las de cartucho, tubulares, de banda, entre otras (Choto & Moreta, 2023). De tal modo que, en el presente proyecto se utilizarán las resistencias eléctricas del tipo tubulares ya que se acoplan a la estructura del prototipo y proporcionan el calor necesario para garantizar un proceso eficiente del secado.

2.2.14 Cables jumpers

Los jumpers o también conocidos como cables de conexión son muy utilizados en proyectos tecnológicos, ya que, este elemento electrónico es muy flexible y permite cerrar los circuitos, es decir, que facilita la conexión de manera física entre los diferentes componentes que previamente se encuentran desconectados (Avalos et al., 2022). Es por ello que, este tipo de cables fue de gran utilidad en el proyecto porque permitió conectar los diferentes componentes entre sí.

2.2.15 Display LCD

Las pantallas o displays LCD son dispositivos de salida, es decir que mediante ellos se puede visualizar información enviada desde otros dispositivos o sensores. En donde LCD hace referencia a una pantalla pequeña de cristal líquido la cual cuenta con 2 filas de 16 pines cada una, es muy utilizada por su capacidad de mostrar datos sin importar el tipo de símbolos o caracteres (Tovar et al., 2021). De tal modo que, el uso de esta pantalla sirve para mostrar los datos recopilados en tiempo real de los sensores como el DHT11 para la humedad y el termocupla tipo K para la temperatura.

2.2.16 Protoboard

Una protoboard es una placa de circuitos con orificios y conexiones eléctricas. Esta placa permite a los usuarios probar circuitos eléctricos sin necesidad de soldadura, debido a su fácil y rápida manipulación es muy utilizado al momento de probar la conexión y funcionamiento de circuitos para luego ser replicados en un circuito impreso y realizar la soldadura (Albarracín et al., 2020). El uso de esta placa fue de gran ayuda ya que permitió probar el funcionamiento del circuito, incluyendo sensores y actuadores.

2.2.17 Android Studio

La empresa Google lanzó Android Studio como herramienta para poder crear y desarrollar aplicaciones que podrán ser instaladas en los celulares inteligentes que cuenten con un sistema operativo Android. Este software utiliza principalmente el lenguaje de programación JAVA e incorpora un editor basado en IntelliJ IDEA y también con un compilador gradle, que es el encargado de organizar carpetas y descargar los componentes esenciales para una compilación estable, de tal modo que, este entorno de desarrollo integrado o en sus siglas IDE ofrece una interfaz intuitiva y un editor gráfico que facilita la creación de interfaces, incluso sin la necesidad de escribir código (Mederos, 2020). Es por ello que, Android Studio fue de gran utilidad en el proyecto porque a través de ella se pudo crear la aplicación móvil del prototipo con interfaces amigables y optimizadas, lo que le brinda a la dueña de la finca una experiencia más satisfactoria.

2.2.18 Lenguaje de programación Java

En la actualidad Java es uno de los lenguajes de programación más utilizados a nivel mundial. Esto se debe en gran parte por su flexibilidad y facilidad de uso que ofrece y además de que puede funcionar en diversas plataformas sin problemas, este lenguaje es usado para desarrollar una variedad de soluciones tecnológicas como por ejemplo el de crear aplicaciones para empresas, aplicaciones móviles o sistemas integrados, entre otros (Pachacama, 2023). De tal modo que se convierte en una herramienta versátil porque permite crear desde aplicaciones simples hasta sistemas complejos.

Por otra parte, Java fue desarrollado en los años 90 por la empresa Sun Microsystems que en ese tiempo estaba destinado solamente para dispositivos electrónicos como lavadoras, refrigeradoras, entre otros. Sin embargo, cuando

surgió el internet aparecieron crecientes demandas de sistemas de información navegables por lo que la versatilidad de Java lo llevó a convertirse en una potencial opción para el desarrollo de aplicaciones web. Asimismo, este lenguaje es multiplataforma y multiparadigma lo que lo hace flexible para usar en diversos entornos de programación (Layedra et al., 2022). Además de que Android Studio está basado en este lenguaje lo que lo hizo útil para este proyecto debido a su capacidad para satisfacer las diversas necesidades de desarrollo.

2.2.19 MySQL

Uno de los más populares sistemas de gestión de base de datos es MySQL ya que es uno de los más utilizados en la actualidad. Esta es una base de datos relacional que funciona de manera rápida y estable, además de ser reconocido por su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos con eficiencia, así como para adaptarse a las necesidades de proyectos de diferentes escalas desde pequeños sitios hasta grandes sistemas con cientos de páginas de datos, es por ello que su popularidad no solo se basa en su gratuidad sino que también en la variedad de características avanzadas y herramientas que ofrece que la hacen ser una opción sólida y confiable para una gran variedad de aplicaciones y proyectos (Huillcen et al., 2022). De tal modo que, MySQL permite gestionar los datos de las lecturas de los sensores de forma rápida y eficiente.

2.2.20 IDE Arduino

El entorno de desarrollo integrado Arduino o en sus siglas IDE Arduino es un medio de programación de alto nivel que se encuentra basado en el lenguaje C++, además de que es de código abierto y libre. Este IDE es compatible con sistemas operativos como Windows, Linux y Mac OS, así mismo este permite usar otros lenguajes y aplicaciones populares como Java, Python, Matlab, entre otros. Este entorno facilita la escritura y carga con la mayoría de las placas disponibles en el mercado. Por otro lado, ofrece una programación intuitiva con herramientas que permiten crear, modificar o realizar una copia del código (Vital-Carrillo, 2023). De tal modo que, fue una opción ideal para poder trabajar y programar la placa NodeMcu Esp8266 de manera eficiente.

2.2.21 Lenguaje C++

Uno de los lenguajes de programación más conocidos es C++ debido a que, en el ámbito de la programación es un lenguaje flexible y versátil, pero esta misma flexibilidad sino se la maneja con cuidado puede conducir a la creación de estructuras de programación complicadas y con errores, adicionalmente, este lenguaje ofrece una gran variedad de bibliotecas con herramientas que pueden ser utilizadas según las necesidades del programa, asimismo las estructuras de control en C++ son extremadamente adaptables por lo cual es de gran utilidad en distintas situaciones de programación (Benjumea & Roldán, 2022). Además, el IDE de Arduino se basa en este lenguaje, por lo que lo hizo aún más útil y relevante en el desarrollo de este presente proyecto.

2.2.22 Tinkercard

La plataforma Tinkercard se encuentra en línea y se puede acceder a ella de forma gratuita. En esta se puede realizar diversas actividades relacionadas con la simulación en 3D, diseño de circuitos, prueba de sistemas realizadas con microcontroladores, entre otras. Además, esta aplicación es de gran utilidad para poder adquirir conocimientos acerca de soluciones informáticas electrónicas que utilizan Arduino, ya que la misma cuenta con una variedad de funcionalidades como la programación en bloques o en texto, así como también herramientas y componentes que hacen posible llevar a cabo experimentos prácticos (Tupac-Yupanqui et al., 2021). De tal modo que, esta herramienta fue muy beneficiosa porque facilitó la creación del diseño y la simulación del circuito electrónico del prototipo secador.

2.2.23 Pruebas de usabilidad

Para poder evaluar el funcionamiento correcto del secador se usaron pruebas de usabilidad, en primer lugar, la usabilidad se refiere a la facilidad con la que los usuarios pueden interactuar de manera efectiva y sin dificultades un aplicativo de software, de tal modo que, para poder medir y evaluar esta usabilidad el cliente debe realizar varias tareas con el aplicativo ya que se basa en la visibilidad del estado del sistema, su diseño y el uso de un lenguaje comprensible para los usuarios y a su vez se registrando sus acciones y tomando nota de sus comentarios para de esta manera mejorar la experiencia del mismo (Cough, 2021). Es por ello que, este tipo de prueba permitió garantizar que los usuarios tales como la

administradora y los trabajadores no tengan ninguna dificultad al momento de interactuar con las diferentes acciones y funcionalidades con las que cuenta la aplicación móvil del prototipo y lo puedan realizar de manera sencilla y sin complicaciones.

2.2.24 Pruebas de integración

Otra de las pruebas que fueron utilizadas son las de integración, ya que, estas se encargaron de verificar el funcionamiento conjunto y correcto entre los diferentes elementos de software y componentes de hardware, además de que estas se llevan a cabo luego de realizar las pruebas de componente en donde estas evalúan la funcionalidad interna de cada componente de manera individual para de esta manera garantizar su correcta interacción con el sistema completo (Marin et al., 2020). De tal modo que, estas pruebas garantizaron la compatibilidad y el funcionamiento adecuado de todos los elementos del prototipo con el aplicativo móvil.

2.3 Marco legal

El proyecto al estar centrado en el proceso de secado de los granos de cacao a través de un prototipo secador se encuentra relacionado en el siguiente artículo de la Constitución del Ecuador:

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad: (...) 3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir. (Congreso Nacional, 2008, p. 185)

De tal modo que, la Constitución del Ecuador establece la creación de tecnologías innovadoras que ayuden a mejorar el proceso productivo, además de contribuir con el desarrollo económico del país.

Otro artículo que se relaciona con el proyecto es el que está establecido en la Ley Orgánica de Agrodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura:

Art. 23.- Diálogo de saberes. La investigación científica y la innovación participativa se desarrollarán dentro del diálogo de saberes y el respeto a la sabiduría ancestral en temas de agrobiodiversidad, semillas y agricultura sustentable. Los programas y proyectos de innovación tecnológica participativa y acompañamiento técnico también deberán estar enmarcados dentro del diálogo de saberes ancestrales y otras formas de conocimiento. (Congreso Nacional, 2017, p. 9)

Es por ello que, en base a las prácticas tradicionales de secado realizado por los agricultores se logró establecer el funcionamiento que tiene el prototipo.

Por otra parte, el Servicio Nacional de Derechos Intelectuales reconoce, regula y garantiza la propiedad intelectual adquirida de conformidad con la ley, en el apartado de los derechos de autor y derechos conexos de la sección V disposiciones especiales sobre ciertas obras parágrafo primero de los programas de ordenador se tiene que:

Art. 28.- Los programas de ordenador se consideran obras literarias y se protegen como tales. Dicha protección se otorga independientemente de que hayan sido incorporados en un ordenador y cualquiera sea la forma en que estén expresados, ya sea en forma legible por el hombre (código fuente) o en forma legible por máquina (código objeto), ya sean programas operativos y programas aplicativos, incluyendo diagramas de flujo, planos, manuales de uso, y en general, aquellos elementos que conformen la estructura, secuencia y organización del programa. (Congreso Nacional, 2014, p. 11)

Es decir que, cada programador o desarrollador de programas de ordenador cuenta con el derecho total sobre su obra y esta ley protege y abala su creación.

En lo que respecta a temas de patentes dentro de la Ley de Propiedad Intelectual de la República del Ecuador se tiene que se puede proteger mediante la concesión de patentes a las invenciones en cualquier área de la tecnología. En el artículo 120 indica que “las invenciones, en todos los campos de la tecnología, se protegen por la concesión de patentes de invención, de modelos de utilidad” (Congreso Nacional, 2014, p. 26). Esto significa que tanto los productos como los procedimientos inventivos pueden recibir protección legal.

Además de que, la Ley de Propiedad Intelectual establece el siguiente artículo en lo que respecta a derechos sobre Esquemas de Trazado:

Art. 174. Se protegen los circuitos integrados y los esquemas de trazado (topografía), en los términos del presente capítulo. Para el efecto se estará a las siguientes definiciones: a) Se entiende por "circuito integrado" un producto, incluyendo un producto semiconductor, en su forma final o en una forma intermedia, en el que los elementos, de los cuales uno por lo menos sea un elemento activo y, alguna o todas las interconexiones formen parte integrante del cuerpo o de la superficie de una pieza de material y que esté destinado a realizar una función electrónica; b) Se entiende por “esquema de trazado (topografía)” la disposición tridimensional de los elementos, expresada en cualquier forma, de los cuales uno por lo menos sea un elemento activo y, de alguna o todas las interconexiones de un circuito integrado, o dicha disposición tridimensional preparada para un circuito integrado destinado a ser fabricado; c) Se entenderá que un esquema de

trazado (topografía) está "fijado" en un circuito integrado, cuando su incorporación en el producto es suficientemente permanente o estable para permitir que dicho esquema sea percibido o reproducido por un período mayor a una duración transitoria. (Congreso Nacional, 2014, p. 37)

De esta manera se establecen las definiciones y los requisitos para la protección legal de los circuitos integrados y sus esquemas de trazado (topografía), lo que implica salvaguardar los derechos de propiedad intelectual asociados con estos elementos en el ámbito de la electrónica.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El tipo de enfoque que se utilizó en el proyecto es el cualitativo debido a que brindó la capacidad de poder conocer las características correspondientes al proceso de secado realizado de forma tradicional. Este enfoque es útil, ya que ayudó a analizar los problemas existentes en dicho proceso a través de técnicas como la observación y la entrevista, permitiendo a su vez comprender mejor acerca del mismo y desarrollar una solución que disminuya los problemas encontrados, tales como la dependencia a la luz solar, el tiempo y esfuerzo requeridos.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

3.1.1.1. Investigación Aplicada.

Uno de los tipos de investigación que se empleó fue la aplicada, ya que consiste en poner a prueba la teoría en situaciones reales, es decir, el propósito de esta es obtener conocimientos con el fin de dar soluciones a problemas establecidos (Barbosa et al., 2020). Es por ello que, se utilizó la investigación aplicada porque permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos acerca de la programación y ensamblaje de los componentes electrónicos, y de esta manera se pudo llevar a cabo el desarrollo del prototipo secador de granos de cacao de forma efectiva y de este modo mejorar el proceso de secado.

3.1.1.2. Investigación Descriptiva.

Otro de los tipos de investigación que se aplicó es la descriptiva, ya que esta se encarga de analizar la situación actual del fenómeno estudiado y de este modo ofrece una descripción precisa y objetiva de sus características principales (Gavilánez, 2021). Por este motivo se utilizó esta investigación para poder analizar el proceso actual de secado y así identificar sus características y problemas existentes tales como el uso del método tradicional de secado que depende exclusivamente de la luz solar, la necesidad de remover los granos manualmente con un rastrillo de madera cada 30 minutos y también la larga duración de este proceso. Además de que toda esta información se recolectó a través de la observación y la entrevista, lo que proporcionó una base sólida para mejorar el proceso de secado mediante el diseño y desarrollo de un prototipo secador automatizado de granos de cacao.

3.1.1.3. Investigación Documental.

Por último, se utilizó la investigación documental, porque consiste en la búsqueda de información a través de diferentes fuentes bibliográficas tales como libros, revistas, documentos fílmicos, constituciones, entre otros (Rebollo & Ábalos, 2022). De tal modo que este tipo de investigación fue utilizada para poder respaldar la información obtenida a través de la observación y la entrevista, ya que, mediante la búsqueda y revisión de documentos como libros, artículos científicos, sitios web y trabajos de titulación se conoció más acerca del proceso de secado de los granos de cacao. Esto permitió fundamentar las bases teóricas utilizadas en este proyecto con fuentes de información confiables y así como también explorar soluciones tecnológicas desarrollados por otros autores para abordar problemas similares en dicho proceso.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación empleado es no experimental, debido a que, observa fenómenos en su entorno natural y los analiza, pero sin poder manipular las variables de estudio, además de que es un estudio sistemático y empírico en donde el investigador observa situaciones existentes en lugar de crearlas (Rodríguez, 2020). Por esta razón, se utilizó este tipo de diseño ya que ayudó a analizar y conocer más a fondo acerca del proceso de secado. A través de la observación y la entrevista se pudo recopilar información sobre cómo se llevaba a cabo este proceso y poder comprender los motivos por el cual la finca “Calle” dejó de realizarlo, así como la limitación actual de solo vender el cacao en baba. Además de que este diseño proporciona una visión más detallada acerca de los problemas identificados y así se pudo resolver dichos problemas a través del desarrollo de un prototipo secador de granos de cacao.

3.2 Metodología

El modelo de prototipado es una metodología de software que pertenece a la categoría de modelos de desarrollo, como el modelo incremental. Se basa en la creación de prototipos que representan las partes esenciales del software y brindan una comprensión visual al desarrollador y al cliente. La retroalimentación es su característica principal, permitiendo ajustes continuos basados en los comentarios de los clientes hasta lograr un diseño final satisfactorio. Este enfoque reduce los errores al mantener una comunicación constante con el cliente y facilita la

recopilación de requisitos (Armenta et al., 2018). Esta metodología consta de las siguientes fases:

3.2.1 Comunicación

En la fase de comunicación lo que se procedió a realizar fue un cronograma de actividades en el cual se detalló el tiempo necesario para la ejecución de cada fase de desarrollo, luego de esto se identificó la problemática que se quería abordar y los procesos que se iban a automatizar, así como también se realizó la evaluación de cuáles serían los beneficios y desventajas que se podrían presentar durante las siguientes fases de desarrollo, en esta fase también se recolectó la mayor cantidad de información sobre el proceso que se va a optimizar mediante la observación directa, entrevistas, historias de usuarios y fuentes de información para de esta manera cumplir con los requerimientos presentados por la propietaria, tal como se visualiza en el Anexo N° 1, Anexo N° 2, Anexo N° 3, Anexo N° 4, Anexo N° 5, Anexo N° 6, Anexo N° 7 y Anexo N° 8.

3.2.2 Modelado y diseño rápido

En esta fase lo que se realizó es el diseño del prototipo de forma gráfica, así como su arquitectura, diagramas de casos de uso y de contexto. Por otro parte también se llevó a cabo el diseño que tiene la base de datos y las diferentes interfaces del aplicativo móvil. Además, se realizaron los diagramas tales como el de secuencia, eléctrico y electrónico, los cuales fueron necesarios para entender cómo es el funcionamiento del prototipo una vez creado, tal como se evidencia en el Anexo N° 9, Anexo N° 10, Anexo N° 11, Anexo N° 12, Anexo N° 13, Anexo N° 14, Anexo N° 15, Anexo N° 16, Anexo N° 17, Anexo N° 18, Anexo N° 19 y Anexo N° 20.

3.2.3 Construcción del prototipo

En la fase de construcción lo que se realizó fue adquirir todos los materiales necesarios para la construcción del prototipo, después de esto se procedió con la construcción de la estructura, la integración y conexión de los componentes como por ejemplo el NodeMcu Esp8266, los sensores y actuadores necesarios para el funcionamiento del prototipo, luego de esto se procedió a la codificación en el IDE de Arduino, configurando como actúan los sensores y cuál es el funcionamiento del

mecanismo de movimiento, así como también se desarrolló la base de datos en MySQL y se desarrolló el aplicativo móvil en el entorno de Android Studio.

3.2.4 Desarrollo, entrega y retroalimentación

La siguiente y última fase de la metodología es la fase de pruebas y retroalimentación, en la cual lo que se procedió a realizar fueron pruebas de integración entre el prototipo y el aplicativo móvil, así como también pruebas de usabilidad lo cual ayudó a identificar posibles fallas que se pudieron presentar al poner en funcionamiento el secador y conectarlo con el aplicativo móvil. Tal como se muestra en el Anexo N° 21, Anexo N° 22, Anexo N° 23 y Anexo N° 24

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos.

3.2.5.1.1. Recursos humanos.

Estudiantes: Calle Chafra, Karen Lisbeth y Vélez Zambrano, Julissa Dayana

Docente guía: Ing. López Huayamave Jorge Luis

Dueña: Calle Moreno Janneth de Jesús

3.2.5.1.2. Recursos bibliográficos.

Como recursos bibliográficos se utilizó información actualizada de repositorios universitarios, proyectos de investigación, portales de revistas científicas como Scielo y Redalyc, libros y páginas web lo que ayudó a tener la cantidad necesaria de información sobre los antecedentes del problema, materiales, procesos y trabajos relacionados al proyecto realizado.

3.2.5.1.3. Recursos tecnológicos.

Hardware

- Protoboard
- Sensor de temperatura termocupla tipo K
- Sensor de humedad DHT11
- Módulo relé doble
- Pantalla LCD
- Placa NodeMcu Esp8266
- Resistencias eléctricas tubulares
- Jumpers

- Cable USB
- Cable con enchufe de corriente 110v
- Motor 110v

Software

- Base de datos MySQL
- Android estudio
- Arduino IDE

3.2.5.1.4. Recursos mecánicos.

- Lámina de acero inoxidable
- Lámina perforada de acero inoxidable
- Engranajes
- Cadenas para el movimiento
- Tubos de acero

3.2.5.1.5. Presupuesto del proyecto.

Para el desarrollo del proyecto se estimó un presupuesto total de \$688,20 en el cual están contemplados los materiales necesarios para construir la estructura del prototipo y el precio de la mano de obra de la soldadura, así como también los materiales de hardware necesarios como por ejemplo el NodeMcu Esp8266, los sensores y actuadores, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 1.
Costo de los materiales de la propuesta tecnológica

N °	Ítem	Cantidad	Precio	Total
1	Materiales para la construcción de estructura	1	\$248,00	\$248,00
2	Motor 110v	1	\$50,00	\$50,00
3	Resistencias calóricas	2	\$13,00	\$26,00
4	Mano de obra	1	\$300,00	\$300,00
5	Pack de jumpers x12	2	\$1,00	\$2,00
6	Sensor de temperatura termocupla tipo K	1	\$20,00	\$20,00
7	Módulo relé doble	1	\$4,00	\$4,00
8	Sensor de humedad Dht11	1	\$3,50	\$3,50
9	Led con resistencia	1	\$0,20	\$0,20
10	Display LCD con I2C integrado	1	\$7,00	\$7,00

N °	Ítem	Cantidad	Precio	Total
11	NodeMcu ESP8266	1	\$6,00	\$6,00
12	Protoboard	1	\$10,00	\$10,00
13	Gabinete metálico	1	\$10,00	\$10,00
14	Cable USB	1	\$1,50	\$1,50
15	Android Studio	1	\$0,00	\$0,00
16	Base de datos MySQL	1	\$0,00	\$0,00
17	Arduino IDE	1	\$0,00	\$0,00
			Total	\$688,20

Costos referenciales de los materiales que se utilizarán en el proyecto
Elaborado por: Las Autoras, 2024

3.2.5.2. Métodos y técnicas.

3.2.5.2.1. Método analítico.

El método analítico es utilizado para evaluar cada parte de un tema y poder así comprender de manera más clara y profunda dicho tema. En un enfoque analítico, se identifican los componentes de un fenómeno y cada componente se analiza sistemáticamente por separado. Este proceso implica descomponer el todo en sus partes y examinarlas por separado para comprender las relaciones entre ellas. El análisis de objetos se basa en las relaciones entre los elementos generales que componen el objeto (Raya & Zulueta, 2024). Este método fue utilizado para poder comprender cada fase del proceso de secado, así como también los factores que intervienen, pudiendo así desarrollar un prototipo funcional que cumple con los requerimientos del proceso.

3.2.5.2.2. Técnica de la observación.

La observación es una de las técnicas más utilizadas debido a su fácil ejecución ya que consiste en observar las diferentes fases de un proceso. Esta técnica se basa en entender la verdad al identificar directamente lo que ya se conoce, lo que se desea conocer y la forma en la que se quiere hacer, usando los sentidos como la vista, el tacto, el oído y el olfato, esta técnica va más allá de solamente mirar, implica investigar y concentrarse en detalles específicos de objetos o personas (Romero y otros, 2021). Esta técnica fue utilizada con ayuda de la elaboración de una ficha de observación, en la cual se anotaron aspectos importantes a observar sobre el proceso de secado realizado en la finca, en su redacción se agregaron otros aspectos que no fueron tomados en cuenta inicialmente pero que también se consideraron importantes para tener en claro cuál es el funcionamiento que tiene el prototipo, tal como se detalla en el Anexo N° 2:

3.2.5.2.3. Técnica de la entrevista.

La entrevista es una técnica de recopilación de datos utilizada para obtener información relevante directamente de las personas involucradas en el proceso realizado. Medina et al. (2023) comentan que esta técnica se basa en la interacción directa entre un entrevistador y una persona entrevistada, para recopilar información detallada sobre un tema específico, se encarga de indagar explorar actitudes, comportamientos y experiencias personales. Existen entrevistas estructuradas con preguntas fijas y con preguntas no estructuradas de las cuales se puede obtener más información, la eficacia de la entrevista se basa en la habilidad del entrevistador para formular preguntas claras, generar confianza y escuchar con atención. Al realizar la entrevista al copropietario de la finca lo que se buscó fue recopilar información sobre las actividades y factores que intervienen en el proceso de secado de granos de cacao, así como también conocer cuáles son las funciones con las cuales cuenta el prototipo, tal como se muestra en el Anexo N° 4.

3.2.6 Análisis estadístico

En el presente proyecto, no se llevó a cabo un análisis estadístico porque la investigación tiene un enfoque cualitativo, además para obtener la información necesaria se utilizaron técnicas tales como la observación y la entrevista que fue realizada al copropietario de la Finca “Calle”, con el fin de poder recopilar las necesidades y requerimientos específicos que tiene el prototipo secador de granos de cacao.

4. RESULTADOS

4.1 Realización de la recopilación de datos mediante entrevistas y observación directa para el establecimiento los requisitos funcionales y no funcionales del prototipo.

Para realizar el diseño del prototipo secador de granos de cacao se realizó la consulta de información en distintas fuentes bibliográficas, debido a esto se pudo identificar el proceso de secado natural y también los factores que intervienen como lo son el sol que es la principal fuente de calor, la superficie en la cual se seca el cacao y la frecuencia con la cual se tienen que mover los granos para obtener un secado uniforme. De estas fuentes de información también se pudo obtener datos sobre el proceso previo al secado conocido como fermentación, en este proceso lo que se busca es obtener un rango de humedad entre 55-60%, es importante también considerar el contenedor en el cual se realiza la fermentación, ya que este puede ser un saco de yute o un cajón de madera, y dependiendo del contenedor los granos de cacao obtendrán un aroma característico importante para su comercialización. Luego del fermentado se procede a realizar el secado del cacao el cual se puede realizar de manera natural como ya fue mencionado o de forma artificial haciendo uso de una estructura la cual proporcione el calor y mecanismo necesario para secar los granos de cacao, el calor proporcionado por la máquina de secado puede ser haciendo uso de quemadores a gas y realizando la distribución de calor por medio de un blower o con resistencias calóricas.

Por otra parte, como medio de recopilación de datos se utilizaron la observación directa evidenciada en el Anexo N° 1 y Anexo N° 2, y la entrevista presentada en el Anexo N° 3 y Anexo N° 4. Con la primera técnica se pudo identificar que actualmente en la finca "Calle" ya no se realiza el proceso de secado, a pesar de esto se pudo observar la superficie donde realizaban anteriormente este proceso, así como también a que distancia de la finca se encuentra ubicado el tendal. De la entrevista se pudo obtener información sobre porque ya no realizan en proceso de secado en la finca, el copropietario indicó que debido al aumento de producción y la poca remuneración económica que se obtenía de vender cacao seco ellos dejaron de hacerlo ya que les tomaba mucho tiempo y esfuerzo y ahora solo realizan la venta de cacao en baba, pese a ya no realizar el secado de cacao comentó que antes les tomaba de 3 a 4 días si tenían un clima soleado constante,

en cambio sí se presenta un clima frío o lluvioso este proceso podría extenderse hasta por 8 días, ya que el sol es fundamental en el proceso de secado natural. Debido a esto es que se ha optado por el desarrollo de una máquina de secado que sea capaz de reducir el tiempo total del proceso, la cual busca satisfacer las necesidades establecidas en la historias de usuario que se detallan en el Anexo N° 6 y en los requisitos funcionales y no funcionales en los Anexo N° 7 y Anexo N° 8, entre los requisitos esta la construcción de un sistema automatizado para el movimiento del cacao, un sistema de monitoreo de sensores de humedad y temperatura, así como también una aplicación móvil en la cual se puede configurar parámetros, visualizar los reportes de los sensores y las notificaciones del estado del proceso.

4.2 Diseño de la arquitectura del prototipo electrónico por medio de Tinkercard y el uso de diagramas UML para la comprensión del modelo y el funcionamiento del secador.

Una vez recopilada la información a través de la observación directa y la entrevista se pudo identificar los diferentes componentes electrónicos y materiales necesarios para el desarrollo del prototipo secador, entre los cuales se incluyen el NodeMcu Esp8266, protoboard, motor, relé, resistencias calóricas, sensores DHT11, termocupla tipo K y pantalla LCD. Además, se realizó la búsqueda de sus características en distintas fuentes de información para conocer si los componentes pueden conectarse entre sí y poder garantizar un montaje exitoso, también se llevó a cabo la cotización de sus precios obteniendo un total de \$688,20, tal como se detalla en la Tabla 1.

Luego, en la fase de diseño se procedió a realizar las representaciones gráficas del proyecto por medio de herramientas como Tinkercard y draw.io para poder elaborar los diferentes diagramas UML y esquemas necesarios para el desarrollo del prototipo secador de granos de cacao. Primero se elaboró un diagrama de contexto para obtener una visión general de todo el sistema, tal como se visualiza en el Anexo N° 9, luego se llevó a cabo la arquitectura de la propuesta tecnológica para representar visualmente la estructura y la comunicación de los diferentes componentes y la aplicación móvil, tal como se observa en el Anexo N° 10.

Con la ayuda de la herramienta Tinkercard se diseñó el prototipo de manera gráfica para comprender mejor como estará elaborado la estructura física del prototipo y los materiales a utilizar, así mismo se muestra las medidas de la máquina que son 1.20m de largo, 80cm de ancho y 50cm de alto. Además, se visualiza la ubicación de los componentes y las resistencias calóricas, así como el mecanismo automatizado para mover los granos de cacao, tal como se observa en el Anexo N° 11. Luego se diseñaron los esquemas tanto del aplicativo móvil como del prototipo para detallar los módulos que tendrá cada uno de ellos, así como se encuentra representado en el Anexo N° 12.

Después se diseñaron los diagramas UML para comprender los diferentes procesos y funcionalidades del prototipo y la aplicación móvil, empezando por el diagrama de flujo que muestra el proceso de cómo funcionará el prototipo desde que inicia hasta su fin, tal como se evidencia en el Anexo N° 13. Luego se llevaron a cabo los casos de uso que sirvieron para describir y mostrar las interacciones de los actores con las diferentes funcionalidades del prototipo, así como se visualiza en el Anexo N° 14. También se diseñó el diagrama de secuencia para comprender de mejor manera el comportamiento del sistema, visualizando la comunicación entre los diferentes objetos dentro del mismo, tal como se muestra en el Anexo N° 15. Adicionalmente como se va a utilizar MySQL para almacenar la información del secado, se elaboró el diagrama de base de datos para mostrar la estructura de la misma incluyendo en este caso 6 tablas que son la de usuario, sensores, procesos, reportes, configuración y notificaciones, con sus respectivas relaciones entre ellas, tal como se observa en el Anexo N° 16. Así mismo se elaboraron los diccionarios de datos para cada tabla creada en MySQL, detallando cada uno de los campos que las conforman, tal como se refleja en el Anexo N° 17.

Posteriormente, como últimos diagramas se diseñó el diagrama electrónico y eléctrico para de esta manera proporcionar una representación visual de cómo serán las conexiones entre los diferentes componentes que integran el prototipo, asegurando de esta manera que todos los elementos estén correctamente conectados y así evitar fallas durante la implementación física. Entre los componentes que conforman estos diagramas están el NodeMcu ESP8266, los sensores tanto de humedad como de temperatura, el motor, las resistencias calóricas, el relé doble, el led rojo con su respectiva resistencia y la pantalla LCD, así como se observa en el Anexo N° 18 y Anexo N° 19. Finalmente, para obtener

una visualización o un diseño más claro acerca de los módulos del proyecto se utilizó la herramienta proto.io para crear las diferentes interfaces del aplicativo móvil antes de su programación en Android Studio, tal como se visualiza en el Anexo N° 20.

4.3 Construcción del secador integrando los componentes electrónicos y realizando un sistema móvil que permita el control del prototipo para automatizar el proceso de secado.

Para la construcción del prototipo secador de cacao se integraron diferentes componentes de hardware, como el NodeMcu Esp8266 que es una placa de microcontrolador en la cual se aloja el código que controla el comportamiento de los diferentes actuadores, se integraron también los sensores termocupla tipo K y dht11 los cuales sirvieron para recolectar los datos de temperatura y humedad dentro del secador, estos datos recolectados por los sensores se muestran en un display lcd que se encuentra ubicado a un costado del secador, por otra parte se realizó la conexión de un foco led de color rojo que al estar encendido indicaba que la temperatura a la cual se estaban secando los granos de cacao había excedido el límite establecido por el usuario, el circuito también cuenta con un módulo wifi integrado el cual permitió establecer una conexión wifi con el aplicativo móvil, para que de esta manera los datos del estado de la secador, así como también los datos recopilados de los sensores puedan ser visualizados por el usuario a través de su dispositivo móvil. La estructura del secador cuenta con un sistema de engranajes y cadenas, así como también un motor para darle movimiento al rastrillo el cual fue el encargado de revolver el cacao durante el proceso de secado, también fueron instaladas en la parte inferior del prototipo resistencias calóricas las cuales proporcionaron el calor necesario para el secado del cacao. Cabe recalcar que todo el circuito se encuentra protegido dentro de un gabinete metálico, para que así no se vea afectado por condiciones climáticas o accidentes provocados por el usuario.

Por otra parte, para el desarrollo del aplicativo móvil se utilizó la versión Giraffe 2022.3.1 de Android Studio, empleando el lenguaje de programación Java. Al momento de instalar el IDE se realizaron las configuraciones necesarias y se seleccionó la plantilla Empty Views Activity para crear la actividad principal del proyecto, que corresponde a la pantalla de inicio de sesión. Luego una vez que el usuario inicia sesión se usó la plantilla de Navegation Drawer Views Activity, ya

que proporciona un menú de navegación con fragmentos que permite agilizar la interacción entre las diferentes interfaces con las que cuenta el aplicativo móvil. Además, para mantener una adecuada organización se crearon carpetas específicas para las distintas clases de cada módulo de la app incluyendo Home que es la de control, gestión de usuarios, notificaciones, configuración y reportes.

Para establecer conexión y realizar las respectivas solicitudes hacia la base de datos MySQL se utilizó el servidor gratuito Alwaysdata. En este entorno se creó la base de datos y se subieron todos los archivos PHP necesarios para ejecutar las acciones relacionadas con los diferentes módulos de la aplicación, para este proceso se requirió instalar FileZilla que es un software FTP libre y de código abierto, para que mediante las credenciales proporcionadas por el servidor se puedan subir los archivos correspondientes al repositorio. Luego para gestionar las solicitudes entre el aplicativo móvil y el servidor Alwaysdata se importó la librería Volley, la cual permite realizar peticiones HTTP como GET y POST, que son necesarias para interactuar con la API alojada en el servidor, permitiendo el envío y la recepción de los datos a través de internet y procesando las respuestas en formato JSON. Adicionalmente, se configuró el archivo AndroidManifest.xml del proyecto para incluir los permisos necesarios como INTERNET y ACCESS_NETWORK_STATE para asegurar el funcionamiento correcto de las comunicaciones entre la app y el servidor. También se añadió y se cambió el logo y el nombre por defecto de la app por uno más representativo y acorde al proyecto.

Por consiguiente, se comenzó con la programación del módulo de inicio de sesión, que incluye dos campos de texto para ingresar el usuario y la contraseña, para ello se utilizaron los componentes de tipo TextInputLayout, ya que permiten una mejor personalización y visualización clara de las validaciones, debido a que si los campos contienen errores se va a mostrar en la parte inferior del campo que está erróneo, además de si el usuario intenta enviar campos vacíos, o las credenciales son incorrectas ya sea usuario no existe o contraseña incorrecta se muestra un diálogo de alerta que notifica al usuario del error, proporcionando de esta manera un mensaje claro y la opción de intentar nuevamente. Luego al iniciar sesión exitosamente se accede directamente a la pantalla de inicio o control (Home) que corresponde a la segunda actividad del aplicativo. En la parte superior izquierda de la interfaz, aparece un icono de tres rayas que abre el menú de navegación, en este aparece la cabecera con el nombre y apellido del usuario que ingresó junto

con su cargo ya sea empleado o administrador, para guardar y recuperar estos datos y mostrarlos en esta sección se utilizó `SharedPreferences` ya que una vez iniciado sesión se almacena la información del usuario, asegurando que los mismos sean persistentes durante la navegación. Después se presentan los diferentes fragmentos de la app que incluyen los módulos de inicio, notificaciones, reportes, gestión de usuarios, configuración y también la opción para cerrar sesión. Cabe destacar que el módulo de gestión de usuarios solo será accesible para aquellos usuarios que tengan el rol de administrador ya que si es empleado no tendrá acceso a este apartado.

Luego en el desarrollo del módulo de inicio o pantalla de control del prototipo, la interfaz muestra un ícono de wifi con un `TextView` que indica el estado de la conexión con el prototipo, verde si está conectado y gris si se encuentra desconectado. También se colocaron otros íconos, uno para la temperatura y otro para la humedad y debajo de estos se visualizan las últimas lecturas de los sensores, por consiguiente, el tiempo de operación de la máquina se gestiona mediante un `Handler` con el formato de `HH:MM:SS`. A continuación, se incorporó un `switch` para encender o apagar el secador que solo se enciende si la conexión está activa, caso contrario se muestra un `toast` informando al usuario. Además, al encender el prototipo se inicializan el tiempo y las lecturas y al apagarse se detienen. Cabe destacar que en este módulo se incluyó la clase `InetAddress` para realizar ping al `ESP8266` y monitorear la conexión wifi, adicionalmente se lo combinó con un `Handler` y un `Runnable` para mantener la verificación en segundo plano, asegurando que la aplicación funcione de manera remota sin interrupciones.

Después se desarrolló el módulo de gestión de usuarios utilizando un `RecyclerView` con un adaptador personalizado para manejar y mostrar en lista los datos de los usuarios registrados, además se creó la clase `Usuario` para gestionar la información de cada usuario, en esta interfaz también se incluyó un `SearchView` que permite buscar los usuarios por nombre o apellido mientras escribe mediante el método `filter()`. Además, se colocó un `FloatingActionButton` que permite acceder al formulario de registro que contiene campos como cédula, nombre, apellido, teléfono, correo, nombre de usuario y contraseña, validados dinámicamente con `TextInputLayout` y `TextWatcher` para mejorar la experiencia del usuario, luego al pulsar el botón de enviar si todo está correcto aparece un diálogo de confirmación de que el registro fue exitoso y automáticamente se actualiza el listado de los

usuarios. Después cada usuario del listado puede ser seleccionado para abrir un DialogFragment que muestra opciones para ver, editar o eliminar. Si se pulsa en ver, se muestran todos los datos del usuario, en editar se rellenan los campos automáticamente, manteniendo las validaciones dinámicas y en eliminar aparece una alerta de diálogo de si está seguro de la acción a realizar, y si se confirma, se muestra un mensaje de éxito.

Posteriormente, en el módulo de configuración se implementó la funcionalidad para guardar los parámetros de secado, se utilizaron TextInputLayout y AutoCompleteTextView para que el usuario seleccione los valores predefinidos de temperatura y humedad desde un string-array, también se incluyó un campo para ingresar el peso el cual está validado para evitar letras o valores superiores al peso máximo soportado por la máquina, luego al enviar los datos mediante una solicitud POST al servidor, si todos los campos están completos y validados se guardan en la base de datos y se muestra un diálogo de éxito, caso contrario se informará al usuario los errores correspondientes.

Después en el módulo de reportes se utilizó también un RecyclerView con un adaptador personalizado para mostrar un listado de los procesos de secado realizados, en donde cada ítem incluye la fecha y hora de inicio y finalización, estos están ordenados de forma descendente para que el proceso más reciente aparezca primero. En todo caso si el usuario selecciona un proceso será redirigido a un fragmento donde se muestran el tiempo y las lecturas de humedad y temperatura de los sensores.

Finalmente, en el módulo de notificaciones se utilizó la herramienta OneSignal para implementar dentro del proyecto notificaciones push en segundo plano y de esta manera alertar al usuario sobre el funcionamiento del secador sin necesidad de mantener abierta la aplicación móvil durante todo el proceso de secado. En donde las mismas son de dos tipos, la primera es de alerta para cuando la temperatura exceda o no alcance los valores establecidos y la segunda es para informar que el proceso ha finalizado, que posteriormente a esa acción se apaga automáticamente la máquina. Además, todas las notificaciones se registran en la base de datos y se muestran en un listado en la pantalla correspondiente.

4.4 Verificación del funcionamiento por medio de pruebas de usabilidad e integración para la comprobación del correcto desempeño del secador.

Para verificar el funcionamiento del prototipo se realizaron pruebas de integración como se detalla en el Anexo N° 21 y pruebas de caja negra que se muestran en el Anexo N° 22, mediante las cuales se pudo evaluar si cada uno de los componentes utilizados en el prototipo funcionaba correctamente por separado, así como también identificar si ocurría algún error al integrar varios componentes para posteriormente corregirlos. En la Tabla 32 se presenta el listado de los casos de pruebas de integración realizados, como por ejemplo durante la integración del microcontrolador con el display LCD ocurrieron ciertos errores ya que se usó un puerto I2C para su conexión, esto fue corregido en la segunda prueba realizada a estos componentes, cuyos resultados se reflejan en las Tabla 33 y Tabla 34. Por otra parte, también hubieron ciertos errores en la integración de los sensores dht11 y termocupla tipo K, ya que no fueron correctamente conectados o los cables utilizados no les suministraban la suficiente energía para que estos puedan obtener correctamente los datos de humedad y temperatura respectivamente, como los errores persistían fueron necesarias más de 2 pruebas para comprobar su correcto funcionamiento, como se puede observar en las Tabla 35, Tabla 36 y Tabla 37. En cuanto la integración del relé con las resistencias y el motor no hubo mayor complicación por lo que a la primera prueba se comprobó su correcto funcionamiento, así como se puede visualizar en la Tabla 38. Adicionalmente, se hicieron pruebas de caja negra para cada uno de los componentes utilizados, obteniendo los siguientes resultados en las Tabla 39, Tabla 40, Tabla 41, Tabla 42, Tabla 43, Tabla 44 y Tabla 45. Debido a la implementación de estas pruebas se logró verificar el funcionamiento del prototipo integrando cada uno de sus componentes de manera correcta para poder así realizar un correcto secado de cacao.

En la parte del aplicativo móvil se desarrollaron también pruebas de caja negra con el fin de verificar la funcionalidad de cada módulo tales como el de seguridad, gestión de usuarios, control, configuración, reportes y notificaciones, para de esta manera asegurar que la aplicación respondía adecuadamente a las interacciones del usuario, cumpliendo con los requisitos establecidos.

De tal modo que, en el módulo de seguridad se comprobó que el aplicativo permitía únicamente el acceso a los usuarios autorizados tras ingresar sus

credenciales correctas, tal como se muestra en Tabla 46 y Tabla 47. Por otro lado, en el de gestión de usuarios se evaluó el registro, edición, visualización de detalles y eliminación de usuarios para verificar que todas estas funcionalidades se ejecutaban de manera correcta, así como se observa en la Tabla 48, Tabla 49, Tabla 50 y Tabla 51. Después en el de control se probó la conexión con el prototipo, el encendido y apagado del secador junto con la visualización de las últimas lecturas y el tiempo de ejecución, como se ve en la Tabla 52, Tabla 53 y Tabla 54. Por otra parte, en el de configuración se garantizó que los parámetros establecidos y el peso se guardaran correctamente, como se visualiza en la Tabla 55. Luego en el de reportes se comprobó que los procesos de secado se mostraran en un listado con las fechas de inicio y fin, y cuando se seleccione un proceso, el usuario pueda observar el reporte más detallado incluyendo el peso, duración, estado y las lecturas de los sensores, como se mira en la Tabla 56. Por último, en el de notificaciones se verificó que las alertas se enviaran correctamente cuando los valores no alcanzaban o superaban los límites establecidos y así mismo cuando la humedad se encontraba dentro del rango predefinido, se enviaba una notificación de finalización del proceso, así como se detalla en la Tabla 57.

Para comprobar que el prototipo secador de cacao funcionara correctamente fue necesario realizar pruebas completas de secado, en las cuales se evaluó el correcto funcionamiento así como también el tiempo de duración del proceso, estas pruebas fueron realizadas con cantidades de cacao de entre 20 y 25 kg, logrando un secado uniforme en un tiempo promedio de 4 horas, gracias al movimiento constante de una paleta en forma de rastrillo impulsada por un motor y al monitoreo constante de la temperatura y humedad mediante un sistema integrado tal como se observa en la

Figura 4 . En comparación a esto, los propietarios de la finca suelen secar 10 quintales de cacao en tendales, lo que les toma entre 4 y 5 días, y en condiciones climáticas adversas puede extenderse hasta 7 días. Aunque el prototipo demostró ser eficiente para pequeñas cantidades, su implementación práctica requeriría un diseño a mayor escala para secar mayores cantidades de cacao y satisfacer las necesidades reales de producción de la finca.

Figura 4.
Evidencia de fin del proceso de secado



Elaborado por: Las Autoras, 2025

Los resultados obtenidos de las dos pruebas de usabilidad realizadas tanto a la dueña de la finca, como también a una trabajadora demuestran un desempeño positivo en la mayoría de las áreas evaluadas, con la mayoría de las categorías recibiendo calificaciones de 5 (Totalmente de acuerdo). Este alto puntaje evidencia que tanto el diseño como la funcionalidad del prototipo y del aplicativo móvil cumplen con las expectativas y necesidades de los usuarios. Sin embargo, se detectó un área que requiere mejoras, que es el rendimiento de las resistencias calóricas, las cuales obtuvieron una calificación de 4 (De acuerdo), tal como se evidencia en el Anexo N° 23 y Anexo N° 24, lo que sugiere la posibilidad de optimizaciones para mejorar su desempeño a futuro.

5. DISCUSIÓN

Para el desarrollo del presente proyecto fue necesario realizar una recopilación de datos a través de distintas fuentes de información como por ejemplo revistas científicas e informes los cuales fueron de ayuda para entender mejor cuales son los desafíos que enfrenta el sector cacaotero al momento de secar el cacao. En su proyecto Cárdenas y Castro (2023) realizaron la construcción de un prototipo de máquina secadora de cacao e implementaron un software para monitorear el proceso de secado, para la obtención de información ellos realizaron una entrevista al dueño de la finca con el objetivo de entender la importancia del secado de cacao, así como también los factores que intervienen en el proceso. De la misma manera en este proyecto también se realizó una entrevista al copropietario de la finca “Calle” con el fin de conocer como ellos realizan el proceso de secado, a diferencia de los autores, en este proyecto se consideró importante realizar también una visita a la finca para realizar la observación directa del proceso de secado, de estas dos técnicas de recopilación de datos se pudo obtener que actualmente en la finca ya no se realiza el proceso de secado de cacao debido al esfuerzo y tiempo requerido para realizar dicho proceso.

Luego de realizar la recopilación de datos es importante determinar cuáles serán los requisitos del sistema, así como también determinar si estos son requisitos funcionales o no funcionales. En el proyecto realizado por Barreiro y Villavicencio (2022) sobre el rediseño de una máquina secadora de cacao mencionan que entre los requisitos establecidos por el cliente está que los granos de cacao se sequen de manera uniforme y que se pueda mantener un control sobre la temperatura de secado. En comparación a esto, en este proyecto también se establecieron requisitos funcionales y no funcionales los cuales indican que debe hacer y cómo se va a comportar el sistema, a diferencia de su proyecto, en este se consideró importante el establecimiento de historias de usuarios, las cuales indican cuales son las funciones que considera importante la dueña de la finca y con las cuales debe contar el secador y el aplicativo móvil.

En base al segundo objetivo del presente proyecto se desarrollaron diversos diagramas para una mejor comprensión del diseño de la propuesta tecnológica. En el sistema de secado inteligente para cacao elaborado por Kurniawan et al. (2023) emplearon la metodología de prototipado, que es la misma que se utiliza en el

presente trabajo debido a su enfoque iterativo que permite mejoras progresivas en el diseño del sistema. Ellos usaron un diagrama de bloques para representar las principales partes con las que contaba su máquina secadora, además utilizaron softwares de diseño como SketchUp para el modelado 3D de su secadora y en cambio para el diseño electrónico usaron Fritzing para mostrar todos los componentes y sus respectivas conexiones antes de realizar la implementación física. En contraste a lo que elaboraron los autores, se diseñó un diagrama de contexto y de la arquitectura del sistema y también se utilizó diagramas UML tales como el de flujo, casos de uso y de secuencia para comprender mejor los procesos, las funcionalidades del prototipo y los actores que intervienen en el mismo. De manera similar, en este proyecto para realizar el modelado 3D del prototipo y el diseño tanto electrónico como eléctrico del sistema se utilizó la herramienta de Tinkercard que no solo permite modelar componentes físicos, sino también realizar simulaciones. De tal modo que, el emplear diagramas y realizar los diseños en Tinkercard permitieron visualizar de manera clara los procesos y la estructura del sistema, así como garantizar que todos los elementos involucrados en la automatización, control y monitoreo del secado de cacao se integren de manera correcta.

Después de llevar a cabo el modelado y los diagramas es esencial tener una visión más clara acerca del diseño de las interfaces con las que cuenta el aplicativo móvil y de la estructura de la base de datos donde se almacena la información del proceso de secado. El proyecto de Furtado et al. (2022) realizaron un sistema de secado automatizado para el cacao junto con una aplicación móvil llamada Data Silo, en donde la misma cuenta solo con el diseño de una interfaz que muestra los datos recolectados por los sensores de humedad y temperatura y poder activar o desactivar el sistema de secado. Asimismo, ellos mencionan que emplearon la plataforma de base de datos Firebase, pero para los experimentos recurrieron a hojas de cálculo de Excel, lo que puede limitar la capacidad de manejo de grandes volúmenes de datos. A diferencia de lo que desarrollaron los autores, el presente proyecto no solo realizó el diseño del diagrama de base de datos de MySQL, sino que también desarrolló un diccionario de datos, lo que permite una gestión más estructurada y eficiente de toda la información relacionada al control y monitoreo del secado y la gestión de usuarios. Además, para el diseño de las diferentes interfaces del aplicativo móvil, se utilizó la herramienta Proto.io, ya que permitió

crear modelos interactivos y claros antes de su programación en Android Studio. De tal modo que al incluir estos elementos en el proyecto permite asegurar una integración más fluida entre la base de datos y las interfaces, lo que ayuda a mejorar la funcionalidad del sistema y la experiencia de la dueña de la finca y sus empleados.

Luego de haber establecido cual sería el diseño del circuito electrónico, así como también de la estructura, lo que se procedió a realizar fue la adquisición de todos los materiales y componentes necesarios para su construcción. En el rediseño de un secador de cacao realizado por Duarte y Morán (2020) contemplaron una estructura rectangular con paredes de hormigón para reducir la pérdida de calor debido a la gran cantidad de cacao que se pretendía secar por día en jornadas laborales establecidas, también integraron un mecanismo de movimiento tipo redler de doble cadena el cual cuenta con varias paletas ubicadas en las cadenas de manera horizontal y con un sistema de calor que cuenta con un quemador y una cámara de aire para que se distribuya por todo el secador, de manera similar a lo presentado por estos autores, en este proyecto también se consideró una estructura rectangular para la construcción del prototipo pero no se tomó en cuenta la incorporación del mismo sistema de generación de calor, este secador cuenta con 2 resistencias calóricas ubicadas en la parte inferior de la rejilla perforada para que de esta manera el calor llegue directamente hacia todas las partes del secador, por otra parte el sistema de movimiento cuenta con un rastrillo sujeto a las cadenas laterales e impulsado por un motor que le permite ir de izquierda a derecha sin cambiar su dirección de giro, se incorporó también el uso de sensores de temperatura y humedad para llevar así un control durante el proceso de secado.

Por otra parte, una vez construida la parte mecánica del prototipo es importante garantizar el monitoreo de la temperatura y humedad del secador, ya que estos parámetros son esenciales en el proceso de secado. En la máquina secadora de cacao para agricultores artesanales que fue desarrollado por Cacuango (2023) implementó un sistema de control basado en un PLC Siemens y un controlador PID, junto con componentes industriales para regular la temperatura y controlar los motores eléctricos y así asegurar la remoción homogénea de los granos y el flujo adecuado de aire caliente, además incluyó una válvula solenoide de GLP para la regulación del gas y el monitoreo a través de sensores

especializados. En contraste con lo realizado por la autora, el presente proyecto desarrolló un aplicativo móvil en Android Studio, la cual permite monitorear las lecturas de temperatura y humedad recolectados por los sensores, así como encender o apagar el prototipo de forma manual mediante un switch en la app. Además, proporciona reportes de los procesos realizados incluyendo información clave como la fecha y hora de inicio y finalización, la duración del proceso y el estado actual, adicionalmente permite la configuración de parámetros y el envío de notificaciones de alerta cuando los valores monitoreados exceden o no alcanzan los límites establecidos. De tal modo que la aplicación facilita a los usuarios el monitoreo sobre las condiciones del secado de una manera accesible, amigable y fácil de usar para los agricultores.

Por consiguiente, se llevaron a cabo diversas pruebas para verificar el funcionamiento del sistema. En el secador híbrido desarrollado por Gavilema y Rosillo (2021) se realizaron pruebas experimentales inmediatamente después de la construcción de la máquina para evaluar su rendimiento, medir el tiempo de operación y la humedad alcanzada al modificar los tiempos de secado. A diferencia de este enfoque propuesto por los autores, el presente proyecto comenzó realizando pruebas de integración para asegurar la correcta interacción entre los diferentes componentes del prototipo, posteriormente se realizaron pruebas de caja negra para validar las diferentes funcionalidades del aplicativo y su conexión con la máquina y luego se hicieron pruebas de usabilidad para evaluar la experiencia del usuario con el sistema. De tal modo que estas pruebas fueron de gran importancia para poder garantizar el desempeño y rendimiento adecuado del sistema antes de aplicar las pruebas experimentales con el cacao.

Por último, se realizaron pruebas de secado con cacao para conocer el desempeño y el tiempo que tomaba el mismo. En el secador de cacao desarrollado por Mohammad et al. (2022) construyeron una máquina del tipo tambor rotativo, donde llevaron a cabo dos pruebas, en la primera tomó 5 horas y 40 minutos para secar el cacao con un contenido de humedad final de 6,00% en el sensor 1 y 6,07% en el sensor 2, en el segundo tomó 5 horas y 10 minutos con una humedad final de 6,00% en el sensor 1 y 6,80% en el sensor 2. Mientras tanto, el proceso de secado con luz solar les tomó 10 horas y 9 minutos con 6,23% de humedad. En contraste de los autores, en este presente proyecto se desarrolló una máquina rectangular con cuatro pruebas experimentales con cantidades de cacao entre 20 y 25kg, se

concluyó que el tiempo promedio de secado fue de 4 horas, logrando un secado uniforme gracias al uso de la paleta en forma de rastrillo con el que cuenta el prototipo. Además, los sensores integrados permitieron monitorear la temperatura y humedad a través de la aplicación móvil, que actualiza en el inicio los valores cada 10 segundos y guarda en reportes cada 10 minutos. De tal modo que, el llevar a cabo pruebas experimentales fueron esenciales para poder comprobar el desempeño del secador y a su vez conocer el tiempo de secado y las condiciones internas gracias a los sensores, lo que contribuyó a reducir significativamente el tiempo requerido en comparación a realizar el secado que depende de la luz solar.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Durante el desarrollo de este proyecto fue de mucha ayuda realizar la consulta a distintas fuentes de información bibliográficas, así como también la obtención de información sobre el proceso de secado de manera directa por medio de la observación realizada en la finca, además se realizó una entrevista al copropietario del lugar la cual dio como resultado información sobre el proceso y factores importantes que intervienen durante el secado de cacao. También fue de mucha ayuda la recopilación de historias de usuarios ya que estas permitieron conocer las necesidades de la dueña sobre el proceso de secado y así establecer los requisitos funcionales y no funcionales del prototipo y aplicativo móvil.

De la misma manera, los diferentes diagramas y esquemas empleados en el diseño de la propuesta tecnológica han sido de gran importancia en el desarrollo de este, ya que permitieron establecer una estructura más clara y ordenada del proyecto. Asimismo, el uso de diagramas UML como el de flujo, casos de uso y de secuencia facilitó una comprensión más detallada acerca del funcionamiento del secador, las interacciones del usuario y la integración de los módulos tanto del prototipo como del aplicativo móvil, asegurando que todos los componentes funcionen de manera integrada y correcta, para de esta manera minimizar riesgos y posibles cambios durante la implementación física. Y de este modo poder cumplir con los requerimientos establecidos en el proyecto y ofrecer una mejor experiencia al usuario acorde a sus necesidades.

Por otra parte, se lograron integrar todos los componentes necesarios para el funcionamiento del prototipo como lo es el motor, ya que permite impulsar el sistema de movimiento de tipo rastrillo, las resistencias calóricas las cuales proporcionan el calor necesario para secar el cacao y los sensores de temperatura y humedad para poder así llevar un control sobre el proceso de secado. Además, se desarrolló una aplicación móvil que, a través del módulo ESP8266, posibilitó la conexión con el prototipo. Esto permitió encender y apagar el secador desde el celular, así como configurar los valores de temperatura y humedad. Gracias a estas funcionalidades, el sistema envía alertas cuando los valores establecidos son superados o cuando el proceso de secado ha finalizado, haciendo más eficiente el control del proceso de secado.

Por último, se llevaron a cabo varias pruebas que ayudaron a garantizar el correcto funcionamiento del sistema, como por ejemplo las pruebas de integración permitieron verificar la adecuada interacción entre los diferentes componentes utilizados en el prototipo, dando resultados exitosos y demostrando que cada parte funcionaba como se esperaba. Asimismo, el uso de las pruebas de caja negra permitió evaluar las distintas funcionalidades del aplicativo móvil y de cada componente de manera individual, lo que permitió identificar y corregir errores. Por otro lado, la implementación de la prueba de usabilidad que proporcionó información importante acerca de la experiencia del usuario al interactuar con el sistema, gracias a estas pruebas se confirmó que el prototipo y la aplicación funcionaban de manera integrada y efectiva. Posteriormente se llevaron a cabo pruebas de secado con cacao en la máquina y obteniendo como resultados que el secador completaba el proceso en un promedio de 4 horas para cantidades de entre 20 y 25 kg de manera uniforme y además la app mostraba correctamente el monitoreo de la humedad y temperatura, lo que se concluyó que el prototipo permite reducir el tiempo de secado en comparación con el método tradicional.

6.2 Recomendaciones

Para futuras versiones de la construcción del prototipo, se sugiere el uso de otro microcontrolador como el Raspberry Pi, ya que ofrece una mayor capacidad de procesamiento y permite la integración de servicios avanzados de conectividad. Además, se recomienda utilizar componentes que sean compatibles con dicho microcontrolador, para garantizar una integración eficiente y un funcionamiento óptimo del sistema.

En cuanto al desarrollo de la aplicación, se debe considerar la compatibilidad con dispositivos Android a partir de la versión 8 y garantizar que el diseño de las interfaces sea intuitivas y funcionales, empleando adecuadamente los layouts para evitar problemas como desbordes, recortes o desalineación de los elementos en diferentes tamaños de pantalla, permitiendo que el usuario pueda interactuar y visualizar la aplicación de manera cómoda y sin inconvenientes.

Por otra parte, para mejorar progresivamente el funcionamiento del prototipo es importante tomar en cuenta implementar el uso de sensores de mejor calidad para obtener datos precisos de temperatura y humedad, así como también implementar otro tipo de pruebas como por ejemplo de estrés para comprobar

cuanto puede soportar el sistema antes de fallar y en base a esto tomar medidas preventivas.

De igual manera, basándose en los resultados de las pruebas de usabilidad, se sugiere la implementación de resistencias que generen una mayor cantidad de calor durante el proceso de secado, ya que de esta forma permitiría alcanzar de forma más rápida y eficiente las temperaturas requeridas para lograr un secado óptimo, lo que a su vez reduciría significativamente el tiempo total del secado de los granos de cacao

Por último, se recomienda la implementación de un sistema de alimentación basado en paneles solares, ya que esta alternativa permitiría una mayor autonomía energética y, al mismo tiempo, reduciría tanto la dependencia como el consumo de la energía eléctrica. Esta solución resulta especialmente útil en zonas rurales o en lugares donde el suministro eléctrico es inestable o presenta deficiencias, asegurando de esta manera el funcionamiento continuo y más sostenible del prototipo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agamez, J. (2020). *Diseño de un secador convectivo para el secado del grano de cacao*. Universidad de Antioquia, Departamento de ingeniería mecánica, Medellín. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/15719>
- Albarracín, L., Jalón, E., Guerrero, K., & Llanganate, J. (2020, Febrero 1). Prototipo de control de entrada y salida para el parqueadero de UNIANDES – Quevedo. *Revista dilemas contemporaneos*, 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.46377/dilemas.v33i1.2177>
- Alcívar, L., Cobos, F., Alvarado, A., & Obando, M. (2022, Noviembre 22). Índices de calidad en la comercialización del cacao (theobroma cacao l.) En ECUADOR. *Revista Ciencia e Investigación*, 7, 230-248. <https://doi.org/10.5281/zenodo.org/records/7724766>
- Armenta, B., Rodríguez, I., Medina, L., & González, S. (2018, Septiembre). Aplicación del modelo de prototipos: Caso de estudio Software RedbotGamesShop. *Revista de Simulación Computacional*, 2(5), 8-13. https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Simulacion_Computacional/vol2num5/Revista_de_Simulaci%C3%B3n_Computacional_V2_N5_2.pdf
- Avalos, B., Cando, K., Idrobo, C., & Jaramillo, H. (2022, Julio 5). Sensor de proximidad como prevención de problemas visuales en los niños. *GEEKS DECC-Reports*, 7(1), 24-30. <https://doi.org/https://doi.org/10.24133/gdr.v7i1.2732>
- Barbosa, A., Mar, C., & Molar, J. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas* (Primera ed.). Ciudad de México, México: Patria Educación. https://www.google.com.ec/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_M%C3%A9todo/e5otEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=dise%C3%B1os+de+investigacion+%22investigaci%C3%B3n+no+experimental%22&pg=PA117&printsec=frontcover
- Barreiro, A., & Villavicencio, T. (2022). *Rediseño de un secador de cacao en el cantón Naranjito*. Proyecto integrador, Escuela superior politecnica del litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/745dacf2-49d7-4f9f-84a1-f74b97e3382f/T-113495%20Barreiro%20Barrezueta%20%2c%20Alex%20%20%20Villavicencio%20Pacheco%2c%20Tyrone.pdf>

- Benjumea, V., & Roldán, M. (2022). *Fundamentos de programación con el lenguaje de programación C++*. Málaga, España. http://www.lcc.uma.es/~vicente/docencia/cppdoc/programacion_cxx.pdf
- Burgos, G., Menéndez, L., & Bedón, V. (2022). Evaluación de los parámetros para el secado de cacao CCN 51 de una finca integral. *Revista centro azúcar*, 49(4), 24-34. <https://doi.org/2223-4861>
- Cacuango, C. (2023). *Diseño de una máquina secadora de semilla de cacao para agricultores artesanales*. Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte, Ingeniería en mecatrónica, Ibarra. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14759>
- Cárdenas, E., & Castro, P. (2023). *Diseño de prototipo de máquina secadora de cacao, e implementación de software para monitorear el proceso de secado*. Tesis, Universidad Agraria del Ecuador, Computación, Guayaquil. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARDENAS%20TRELLES%20EVELYN%20DEL%20ROC%C3%8DO.pdf>
- Chán Chán , D., Aguilar, R., Ucán, J., Díaz, J., & Santos, J. (2021). Diseño de un prototipo para configuración de entornos virtuales de aprendizaje basados en gamificación utilizando UWE. *ReCIBE*, 10(1), 1-16. <https://www.redalyc.org/journal/5122/512267932002/html/>
- Choto, E., & Moreta, S. (2023). *Diseño y construcción de una prensa vulcanizadora neumática para balones de fútbol en el taller artesanal Gol City*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ingeniería Electromecánica. Latacunga: Repositorio Digital UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11245/1/PI-002644.pdf>
- Congreso Nacional. (2008). *Ministerio de Defensa Nacional del Ecuador*. Constitución de la República del Ecuador: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Congreso Nacional. (2014). *Gobierno Electrónico*. Ley de propiedad intelectual: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/Ley-de-Propiedad-Intelectual.pdf>
- Congreso Nacional. (2017). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura:

- <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Ley-Organica-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-Agricultura.pdf>
- Couoh, M. (20 de Septiembre de 2021). Evaluación de usabilidad en herramientas de aprendizaje colaborativo en dispositivos móviles para ambientes virtuales educativos. *RIDE. Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 11(22).
<https://doi.org/https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.931>
- Duarte, D., & Morán, Á. (2020). *Valoración mecánica y rediseño de un secador de cacao en la comunidad de Banco de Arena del cantón Milagro*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil: ESPOL. FIMCP.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51608>
- Electronic Components. (29 de Marzo de 2022). *Electronic Components*. Diagramas electrónicos: ¿cómo leerlos?:
<https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/45449/diagramas-electronicos-como-leerlos/>
- Fierro, E., Roa, L., & Lanza, F. (2022, Mayo 13). Solución informática para la gestión y control de la función docente en una universidad colombiana. *Revista de investigación transdisciplinaria en educación, empresas y sociedad (ITEES)*, 452-469. <https://doi.org/https://doi.org/10.34893/itees.v7i7.94>
- Furtado, W., Vaz Júnior, O., Veras, A., de Sá, P., & Antunes, A. (19 de Mayo de 2022). Low-cost automation for artificial drying of cocoa beans: A case study in the Amazon. *Drying technology*, 40(1), 42-49.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1767644>
- Gavilánez, F. (2021). *Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas* (Primera ed.). Ediciones Díaz de Santos.
https://www.google.com.ec/books/edition/Dise%C3%B1os_y_an%C3%A1lisis_estad%C3%ADsticos_para/AGY4EAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=tipos+de+investigacion+%22investigaci%C3%B3n+aplicada%22&pg=PA1&printsec=frontcover
- Gavilema, J., & Rosillo, C. (2021). *Implementación experimental de un secador híbrido para reducción del tiempo en el secado de cacao mejorado*. Tesis, Universidad Técnica de Cotopaxi, Ingeniería en electromecánica, Latacunga. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8170>

- Huillcen, H., Palomino, F., & Soria, I. (2022). *Introducción a las Bases de Datos con MySQL* (Primera ed.). (H. Huillcen, Ed.) Arequipa, Perú. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xq5wEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=mysql+&ots=ICqeyBV5ZX&sig=S3UGmiqCpJj7X08jWyP9EyhdZrk>
- Indusco. (20 de Junio de 2022). *Indusco*. ¿Qué es un agitador y cuantos tipos existen?: <https://indusco.cl/que-es-un-agitador-y-cuantos-tipos-existen/>
- Kurniawan, M., Farhan, M., & Samsugi, S. (2023, Diciembre 6). Intelligent cocoa dryer technology based on an embedded system. *IC-ITECHS*, 4(1), 66-73. <https://jurnal.stiki.ac.id/IC-ITECHS/article/view/1027>
- Ladino, E., García, C., & Zamudio, E. (2022). Transient dynamic weather isolines generated via IoT temperature and relative humidity analysis using the NodeMCU ESP8266 in Bogotá. *Ingeniería*, 28(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448393.19667>
- Layedra, N., Ramos, M., Salazar, S., & Baldeón, B. (2022, Julio 28). Análisis de los lenguajes de programación más utilizados en el desarrollo de aplicaciones web y móviles. *Dominio de las Ciencias*, 8(3), 1601-1625. <https://doi.org/2477-8818>
- Marin, A., Trujillo, Y., & Buedo, D. (2020, Mayo 11). Estrategia de pruebas para organizaciones desarrolladoras de software. *Revista cubana de ciencias informáticas*, 14(3), 83-104. <https://doi.org/https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1976/2006>
- Marin, E. (2023). *Sistemas de medición electrónica*. Universidad del Valle. https://www.google.com.ec/books/edition/Sistemas_de_medici%C3%B3n_electr%C3%B3nica/c6Y3EQAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Mederos, M. (2020). *Primer acercamiento al Android Studio*. La Habana, Cuba. https://www.researchgate.net/publication/354474559_Primer_acercamiento_al_Android_Studio
- Medina, M., Rojas, C., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35622/inudi.b.80>
- Mohammad, H., Desta, Y., & Fatma, N. (2022). Cocoa bean cleaner and dryer device: A microcontroller experiment. *Aceh international journal of science*

- and* *technology*, 175-181.
<https://doi.org/https://doi.org/10.13170/aijst.11.2.22708>
- Naranjo, E., Moyano, J., Zamora, Y., & Balseca, O. (5 de Mayo de 2021). Optimización del tiempo de secado a través del diseño de una secadora de cacao con movimiento rotatorio. *Polo del conocimiento*, 6(5), 864-878. Enfoque UTE: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016912>
- Pachacama, E. (2023). *Dominando Java I: Aprende los pilares del desarrollo de software con el lenguaje Java* (Primera ed.). (G. Cordero, & D. Bastidas, Edits.) Quito, Pichincha, Ecuador: Doxa Edition. https://itq.edu.ec/wp-content/uploads/2023/10/2023-09-29_dominando_java_i.pdf
- Plaza , D. (2023). *Motor.es*. Qué es un motor eléctrico, cómo funciona, qué tipos hay y cómo impacta en el medio ambiente: <https://www.motor.es/que-es/motor-electrico>
- Potosí, C., Jinez, B., & Tapia, C. (2024, Enero 24). Sistema de tiempo real para el riego en la finca “Carmen Torres”. *Ciencia UNEMI*, 17(44), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol17iss44.2024pp1-14p>
- Quispe , G. (8 de Marzo de 2022). *Estudio de un modelo de horno para secado de Theobroma Cacao*. Trabajo de Titulación, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Repositorio Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/18062/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-301.pdf>
- Raya, M., & Zulueta, M. (2024). *Textos científico-técnicos. ¿Cómo crearlos?* España: RUTH. https://www.google.com.ec/books/edition/Textos_científico_técnicos_Cómo_crear/oU_sEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Rebollo, P., & Ábalos, E. (2022). *Metodología de la Investigación/Recopilación* (Primera ed.). Editorial Autores de Argentina. https://www.google.com.ec/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_Recopi/vbWHEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=tipos+de+investigacion+%22investigaci%C3%B3n+documental%22&pg=PT94&printsec=frontcover
- Ríos, D., Rodríguez, F., Salazar, J., & Ramírez, A. (2023). Factores asociados a la polinización del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agronomía*

- mesoamericana*, 34(3).
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/am.2023.52280>
- Rodríguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. (L. Pereyra, Ed.) Ciudad de México, México: Klik Soluciones educativas.
https://www.google.com.ec/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n/x9s6EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1
- Román, A., Herrera, J., Sandoval, S., Andrade, M., & Ramos, E. (2023). *Internet de las cosas*. Colima, México: Universidad de Colima.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53897/LI.2023.0001.UCOL>
- Romero, H., Real, J., Ordoñez, J., Gavino, G., & Saldarriaga, G. (2021). *Metodología de la investigación*. Edicumbre.
https://www.researchgate.net/publication/356568692_Metodologia_de_la_investigacion_cientifica
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (12 de Julio de 2022). *Normas Técnicas del cacao*. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN:
<https://www.normalizacion.gob.ec/te-invitemos-a-conocer-las-normas-tecnicas-de-cacao/>
- Tovar, F., Triana, J., Vargas, B., & Visbal, Y. (2021, Diciembre 12). Sistema de contador de personas escuela de suboficiales Sargento Inocencio Chinca. *Revista electrónica de investigación de tecnologías educativas*, 6(6), 1-11.
<https://revistasitfip.comunisoft.com/index.php/reite/article/view/157>
- Tupac-Yupanqui, M., Vidal-Silva, C., Sánchez-Ortiz, A., & Pereira, F. (2021, Diciembre). Experiencias y beneficios del uso de Arduino en un curso de programación de primer año. *Formación universitaria*, 14(6), 87-96.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000600087>
- Vital-Carrillo, M. (5 de Enero de 2023). Programación para principiantes en Arduino. *Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 4*, 11(21), 35-40.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/10476>

ANEXOS

Anexo N° 1: Modelo de ficha de observación



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN**

Nombre del lugar: Finca Calle

Dirección: Recinto Chagüe

Objetivo: Verificar el proceso de secado mediante la observación directa para la identificación de las necesidades de la finca en cuanto a esta actividad.

Ficha de observación

Tabla 2.

Aspectos por observar en el proceso de secado de cacao

Ficha N °:	1
Proceso por observar:	
Fecha:	
Tiempo:	
Aspecto	Hallazgos
Periodo de tiempo requerido para completar el proceso de secado	
Actividades que se desarrollan en el proceso de secado	
Cantidad de personas asignadas a esa actividad	
Espacio o terreno que se utiliza para el secado	
Cantidad de cacao secado por día	

Formato de la ficha de observación de los aspectos a observar en el proceso de secado

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 2: Resultados de la ficha de observación

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN

Nombre del lugar: Finca Calle

Dirección: Recinto Chagüe

Objetivo: Verificar el proceso de secado mediante la observación directa para la identificación de las necesidades de la finca en cuanto a esta actividad.

Ficha de observación

Tabla 3.

Aspectos por observar en el proceso de secado de cacao

Ficha N °:	1
Proceso por observar:	Secado
Fecha:	09/02/2024
Tiempo:	2 horas

Aspecto	Hallazgos
Periodo de tiempo requerido para completar el proceso de secado	- El proceso de secado toma alrededor de 3 días, dependiendo de la intensidad de la luz solar durante ese tiempo, ya que, si no ha hecho un buen sol se llevará más días.
Actividades que se desarrollan en el proceso de secado	- Primero se tienden los granos de cacao uniformemente en el tendal. - Luego, a intervalos regulares de aproximadamente media hora o hasta una hora dependiendo de la intensidad del sol, se realiza el movimiento uniforme de los granos de cacao utilizando un rastrillo de madera. - Posteriormente, antes de que caiga la noche se lleva a cabo la recolección de los granos de cacao.
Cantidad de personas asignadas a esa actividad	- Solo una persona es encargada de realizar el proceso de secado.

Ficha N °:	1
Espacio o terreno que se utiliza para el secado	- Para el secado de los granos de cacao se utiliza un espacio rectangular de cemento, o también conocido como tendal. El mismo se encuentra ubicado en un lugar donde se aprovecha la exposición directa al sol.
Cantidad de cacao secado por día	- Por lo general un máximo de 5 quintales.

Resultados de los aspectos observados en el proceso de secado de cacao
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Análisis: Al momento de llevar a cabo la observación en la Finca “Calle” se pudo evidenciar que actualmente ya no realizan el proceso de secado y se dedican solamente a la venta de cacao en baba ya que para la dueña esto representaba una pérdida de tiempo y dinero, debido a que tenía que tener a una persona encargada de secar el cacao por al menos 4 días dependiendo de la intensidad de luz solar, es por ello que se buscó desarrollar una máquina de secado de granos de cacao para poder optimizar este proceso y así la propietaria de la finca pueda retomar la venta de cacao seco.

Anexo N° 3: Modelo de entrevista

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN
Entrevista**

Objetivo: Obtener información sobre el proceso de secado de cacao que se realiza en la finca “Calle” mediante una entrevista realizada al copropietario de la finca para establecer los requerimientos del prototipo.

Entrevistado: Murillo Rivera Luis Fabián (Copropietario)

Entrevistadores: Calle Chafra Karen Lisbeth y Vélez Zambrano Julissa Dayana

Preguntas

1. ¿De qué manera realiza el proceso de secado?

2. ¿Qué toma en cuenta al realizar el proceso de secado?

3. ¿Cuál es el tiempo que le toma llevar a cabo el proceso de secado?

4. ¿Cuántos trabajadores se necesitan para realizar el proceso de secado?

5. ¿Cuál es la cantidad de cacao que pone a secar en un día?

6. ¿Con qué frecuencia realizan el movimiento de los granos de cacao mientras se está secando?

7. ¿Por qué no ha implementado el uso de tecnologías de información en el proceso de secado?

8. ¿Si implementara tecnologías de información en el proceso de secado que funciones quisiera que se le agreguen?

Anexo N° 4: Resultados de la entrevista



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN
Entrevista

Objetivo: Obtener información sobre el proceso de secado de cacao que se realiza en la finca “Calle” mediante una entrevista realizada al copropietario de la finca para establecer los requerimientos del prototipo.

Entrevistado: Murillo Rivera Luis Fabián (Copropietario)

Entrevistadores: Calle Chafra Karen Lisbeth y Vélez Zambrano Julissa Dayana

Preguntas

1. ¿De qué manera realiza el proceso de secado?

Ya actualmente nosotros ya no realizamos el proceso de secado debido a que constaba mucho trabajo y tiempo, pero antes cuando lo hacíamos primero el cacao se lo escurría en el saquillo y ahí tendiéndolos en el tendal, regándolos y moviéndolos cada cierto tiempo.

2. ¿Qué toma en cuenta al realizar el proceso de secado?

Que el tendal esté limpio, que no tenga residuos de basura ni piedras o si no se lo terminaba barriendo para que esté limpio y de ahí ya se tendía el cacao, y así mismo que esté fuerte el sol.

3. ¿Cuál es el tiempo que le toma llevar a cabo el proceso de secado?

Más o menos unos 3 o 4 días de sol secándolo naturalmente y si no hay mucho sol ahí si toma como unos 8 días más o menos.

4. ¿Cuántos trabajadores se necesitan para realizar el proceso de secado?

Una persona no más que esté dándole vuelta ahí al cacao.

5. ¿Cuál es la cantidad de cacao que pone a secar en un día?

Aquí el cacao se recoge más o menos cada 15 días o 3 semanas, lo que se obtiene en 4 cuadras de cacao se lo seca en un solo tendal de 6x15, con respecto al peso serían aproximadamente de 12 a 15 quintales.

6. ¿Con qué frecuencia realizan el movimiento de los granos de cacao mientras se está secando?

Si el sol está fuerte se realiza cada 20 a 30 minutos, así se lo mantiene dándole vuelta al cacao.

7. ¿Por qué no ha implementado el uso de tecnologías de información en el proceso de secado?

Por el dinero principalmente, ya que eso igual cuesta la construida más realizar el proceso uno mismo, con respecto a la electricidad hay que comprar un motor y más la energía que es un poco ineficiente aquí no da para hacerlo.

8. ¿Si implementara tecnologías de información en el proceso de secado que funciones quisiera que se le agreguen?

Quisiera poder tener una fuente de energía eficiente para adecuar un motor eléctrico que permita mantener en movimiento el cacao mientras se seca.

Anexo N° 5: Análisis de la entrevista

El proceso tradicional de secado del cacao requería una labor intensiva, ya que se realizaba de forma completamente manual: escurrido en sacos, tendido al sol y movimientos constantes para asegurar un secado uniforme. Este método demandaba gran esfuerzo físico y tiempo prolongado, lo que con el tiempo llevó a su abandono por resultar poco eficiente. En contraste, el prototipo automatizado desarrollado reemplaza este proceso con un sistema que integra calor eléctrico regulado y un mecanismo de movimiento automático del grano, eliminando la necesidad de intervención manual continua.

En el proceso tradicional, era fundamental asegurar que el tendal estuviera completamente limpio, libre de basura, piedras u otros contaminantes, ya que cualquier impureza podía afectar la calidad del secado. Además, se dependía exclusivamente de la intensidad del sol, lo que hacía el proceso vulnerable a las condiciones climáticas y, por tanto, impredecible. El prototipo automatizado soluciona estos inconvenientes al funcionar en un entorno cerrado y controlado, donde se garantiza que la base donde se coloca el cacao esté debidamente limpia antes de iniciar el proceso. Al eliminar la exposición a agentes externos y prescindir de la luz solar como fuente de calor, se logran condiciones estables y sanitarias que aseguran un secado más uniforme.

Tradicionalmente, el secado del cacao tomaba entre 3 y 4 días bajo buen sol, y hasta 8 días si las condiciones climáticas no eran favorables, lo que generaba demoras e incertidumbre en la producción. Este tiempo extenso afectaba directamente la eficiencia y dificultaba la planificación de cosecha y venta. En cambio, el prototipo automatizado permite reducir el tiempo de secado, gracias al uso constante de calor eléctrico y al movimiento mecánico programado del grano. Esta optimización mejora significativamente los tiempos de producción.

En el método manual, dependiendo la cantidad de cacao al menos una persona debía estar presente constantemente para removerlo con frecuencia, lo que implicaba una dedicación exclusiva y sostenida durante varios días. Esta demanda de tiempo humano representaba una limitación para productores pequeños que deben atender otras labores agrícolas. El prototipo automatizado elimina la necesidad de mano de obra continua, ya que el sistema gestiona de forma automática el movimiento de los granos, permitiendo que el operador solo

intervenga para configurar, supervisar o detener el proceso, liberando así recursos humanos para otras tareas.

El proceso convencional permitía secar entre 12 y 15 quintales de cacao cada 15 a 20 días en un tendal de 6x15 metros, dependiendo del clima y espacio disponible. Si bien el prototipo actual puede tener una capacidad menor por ciclo, la reducción significativa del tiempo de secado permite realizar varios ciclos por semana. Esto compensa la diferencia de volumen por ciclo y, en muchos casos, permite alcanzar una productividad semanal igual o superior al método tradicional. Además, el diseño del sistema permite una futura ampliación modular, adaptándose a diferentes niveles de producción.

En el secado tradicional, el cacao debía moverse cada 20 a 30 minutos durante los días soleados para evitar fermentación o descomposición, una tarea que demandaba atención constante. Esta exigencia hacía el proceso cansado y difícil de mantener con precisión. El prototipo automatizado integra un sistema de movimiento mecánico, lo que asegura volteos constantes y uniformes sin necesidad de intervención humana. Esto garantiza un secado homogéneo, reduce errores humanos y mantiene la calidad del grano.

La principal razón para no haber incorporado tecnologías al proceso de secado ha sido la falta de recursos económicos y de infraestructura energética adecuada, lo cual ha hecho que los productores perciban estas soluciones como inaccesibles o inviables. El prototipo fue diseñado precisamente para superar estas barreras, utilizando componentes de bajo costo, eficientes energéticamente, y con posibilidad de funcionar mediante energía solar. De esta manera, se plantea una solución tecnológica realista, adaptada a entornos rurales con limitaciones económicas y técnicas.

El productor manifiesta interés en contar con una fuente energética confiable y un sistema automatizado que mantenga en movimiento constante el cacao durante el secado, lo que evidencia una disposición favorable a incorporar tecnología si esta resulta práctica y asequible. El prototipo responde a esta necesidad mediante la integración de un motor eléctrico eficiente para el movimiento automatizado, y contempla el uso de energías renovables como la solar para una operación sostenible. Además, se encuentra preparado para incorporar monitoreo remoto, brindando al usuario mayor control y comodidad durante el proceso.

Anexo N° 6: Historias de usuario

Tabla 4.
Listado de las historias de usuario

N. °	Historias de Usuario	Priorización
HU-01	Como dueña de la finca quisiera poder automatizar el movimiento de los granos de cacao para que se sequen uniformemente.	Alta
HU-02	Como dueña de la finca quisiera poder controlar parámetros de temperatura en el dispositivo para secar los granos de cacao en el prototipo.	Alta
HU-03	Como dueña de la finca quisiera conocer la temperatura y humedad a la que se está secando los granos de cacao para asegurar su secado óptimo.	Alta
HU-04	Como dueña de la finca quisiera recibir alguna notificación para saber cuándo se haya completado el proceso de secado.	Alta
HU-05	Como dueña de la finca quisiera poder encender o apagar el prototipo a través de un aplicativo móvil.	Alta
HU-06	Como dueña de la finca quisiera poder iniciar sesión en el aplicativo móvil con usuario y contraseña para acceder a toda la información del proceso de secado y las funciones del prototipo	Alta
HU-07	Como dueña de la finca quisiera poder registrar nuevos usuarios para permitir que mis trabajadores puedan acceder al sistema	Alta
HU-08	Como dueña de la finca quisiera poder configurar los parámetros de temperatura y humedad óptimos para el secado de cacao	Alta
HU-09	Como dueña de la finca quisiera recibir una notificación de alerta para cuando el parámetro de temperatura sobrepase o no alcance los valores configurados	Alta
HU-10	Como dueña de la finca quisiera poder visualizar el tiempo transcurrido del proceso de secado para monitorear su duración	Alta

Lista de las historias de usuario y su priorización

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 5.
Historia de usuario HU-01

Historia de usuario	
N. ° HU-01	Nombre: Revolver cacao
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera poder automatizar el movimiento de los granos de cacao para que se sequen uniformemente.	
Validación: La máquina de secado contará con un sistema para revolver los granos de secado automáticamente.	
Descripción de la historia de usuario HU-01	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 6.
Historia de usuario HU-02

Historia de usuario	
N. ° HU-02	Nombre: Generar calor
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera poder controlar parámetros de temperatura en el dispositivo para secar los granos de cacao en el prototipo.	
Validación: La máquina de secado contará con resistencias calóricas capaces de generar calor para secar el cacao.	
Descripción de la historia de usuario HU-02	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 7.
Historia de usuario HU-03

Historia de usuario	
N. ° HU-03	Nombre: Visualizar parámetros
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera conocer la temperatura y humedad a la que se está secando los granos de cacao para asegurar su secado óptimo.	
Validación: La dueña de la finca mediante el aplicativo móvil podrá visualizar los datos de temperatura y humedad recopilados por los sensores.	
Descripción de la historia de usuario HU-03	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 8.
Historia de usuario HU-04

Historia de usuario	
N. ° HU-04	Nombre: Recibir notificaciones
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera recibir alguna notificación para saber cuándo se haya completado el proceso de secado.	
Validación: La dueña de la finca mediante el aplicativo móvil podrá visualizar las notificaciones recibidas cuando el secador de cacao haya terminado el proceso de secado.	
Descripción de la historia de usuario HU-04	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 9.
Historia de usuario HU-05

Historia de usuario	
N. ° HU-05	Nombre: Estado de la secadora
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera poder encender o apagar el prototipo a través de mi dispositivo móvil.	
Validación: En el aplicativo móvil habrá un botón que le permitirá a la dueña de la finca encender o apagar la secadora de cacao de forma manual.	
Descripción de la historia de usuario HU-05	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 10.
Historia de usuario HU-06

Historia de usuario	
N. ° HU-06	Nombre: Inicio de sesión
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera poder iniciar sesión en el aplicativo móvil con usuario y contraseña para acceder a toda la información del proceso de secado y las funciones del prototipo	
Validación: La dueña de la finca podrá ingresar a la aplicación móvil mediante una interfaz de inicio de sesión que va a requerir que coloque un usuario y una contraseña	
Descripción de la historia de usuario HU-06	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 11.
Historia de usuario HU-07

Historia de usuario	
N. ° HU-07	Nombre: Registro de nuevos usuarios
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera poder registrar nuevos usuarios para permitir que mis trabajadores puedan acceder al sistema	
Validación: La dueña de la finca al iniciar sesión tendrá el rol de administradora, en donde solo a ella le va a aparecer un apartado para que pueda registrar nuevos usuarios	
Descripción de la historia de usuario HU-07	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 12.
Historia de usuario HU-08

Historia de usuario	
N. ° HU-08	Nombre: Configuración de parámetros
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera poder configurar los parámetros de temperatura y humedad óptimos para el secado de cacao	
Validación: La dueña de la finca mediante el aplicativo móvil podrá acceder a un apartado para configurar los parámetros de temperatura y humedad	
Descripción de la historia de usuario HU-08	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 13.
Historia de usuario HU-09

Historia de usuario	
N. ° HU-09	Nombre: Notificación de alerta
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera recibir una notificación de alerta para cuando los parámetros de temperatura o humedad sobrepasen o no alcancen los valores configurados	
Validación: La aplicación móvil enviará una notificación de alerta a la dueña de la finca si el parámetros de temperatura está fuera del rango configurado.	
Descripción de la historia de usuario HU-09	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 14.
Historia de usuario HU-10

Historia de usuario	
N. ° HU-10	Nombre: Visualizar tiempo
Usuario: Dueña de la finca	
Prioridad en el negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Programador responsable: Calle y Vélez	
Descripción: Como dueña de la finca quisiera poder visualizar el tiempo transcurrido del proceso de secado para monitorear su duración	
Validación: La dueña de la finca podrá visualizar el tiempo de duración del proceso de secado a través del aplicativo móvil	
Descripción de la historia de usuario HU-10	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Anexo N° 7: Requisitos funcionales

Se identifican los módulos de la aplicación de la siguiente manera:

Módulos

- **S** – Seguridad
- **C** – Control
- **R** – Reporte
- **CC** – Configuración
- **N** – Notificaciones

Y la prioridad que se le asignará a cada uno (baja, media, alta).

Tabla 15.**Listado de los requisitos funcionales**

Nº Requisito	Descripción	Módulo	Prioridad
RF01	La aplicación debe permitir registrar nuevos usuarios	S	Alta
RF02	La aplicación debe permitir asignar roles dependiendo el cargo	S	Media
RF03	La aplicación debe tener un botón para establecer conexión con el prototipo	C	Alta
RF04	La aplicación debe tener un apartado donde se muestren los niveles de humedad y temperatura	C	Alta
RF05	La aplicación debe tener un botón de encendido/apagado del prototipo	C	Alta
RF06	La aplicación debe tener un apartado donde se muestren las veces que se ha realizado el proceso de secado en el prototipo	R	Media
RF07	La aplicación debe tener un apartado donde muestre la fecha y hora de inicio y de finalización del proceso	R	Alto
RF08	La aplicación debe mostrar en una tabla la lectura de los sensores de humedad y temperatura cada cierto tiempo desde el inicio hasta el fin del proceso	R	Alto
RF09	La aplicación debe tener un apartado donde se ingresen los rangos ideales de temperatura y humedad considerados óptimos para el secado de cacao	CC	Alta
RF10	La aplicación debe tener un apartado que muestre una notificación de alerta cuando se hayan excedido los parámetros de humedad y temperatura	N	Alta
RF11	La aplicación debe mostrar una notificación cuando el proceso de secado haya llegado a su fin	N	Alta
RF12	Las resistencias calóricas ubicadas en la parte inferior del prototipo deben ser	N	Alta

Nº Requisito	Descripción	Módulo	Prioridad
RF13	capaz de proporcionar el calor suficiente para secar el cacao Los sensores de temperatura y humedad deben ser capaces de captar los datos dentro del prototipo y enviarlos a la aplicación	R	Alta
RF14	El motor debe ser capaz de impulsar el movimiento de las paletas mediante un sistema de cadenas y engranajes	C	Alta

Descripción de los requisitos funcionales tanto del prototipo como del aplicativo móvil

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 8: Requisitos no funcionales

Tabla 16.
Listado de los requisitos no funcionales

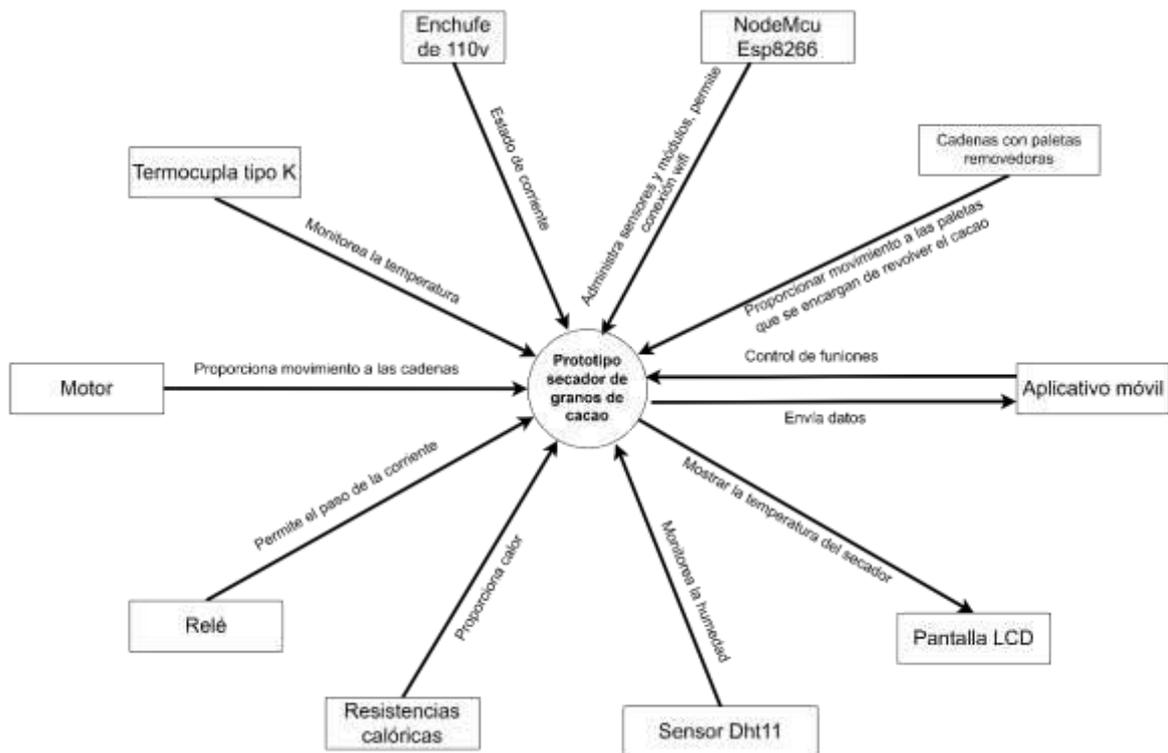
N° Requisito	Descripción
RNF01	El prototipo deberá ser fácil de manejar con una señal intuitiva para las alertas de temperatura
RNF02	El prototipo deberá integrarse fácilmente con el aplicativo móvil
RNF03	El aplicativo móvil debe ser compatible con dispositivos que cuenten con el sistema operativo Android
RNF04	El aplicativo debe ser fácil de manejar y con interfaces intuitivas
RNF05	El aplicativo deberá solicitar un usuario y contraseña para poder acceder a la información del proceso de secado y a las funcionalidades del prototipo
RNF06	La actualización de los datos de los sensores en el aplicativo móvil deberá verse reflejada cada 10 minutos.
RNF07	El prototipo y el aplicativo móvil deben disponer de manuales de usuario que estén organizados de manera precisa y fácil de entender para los usuarios.

Descripción de los requisitos no funcionales tanto del prototipo como del aplicativo móvil

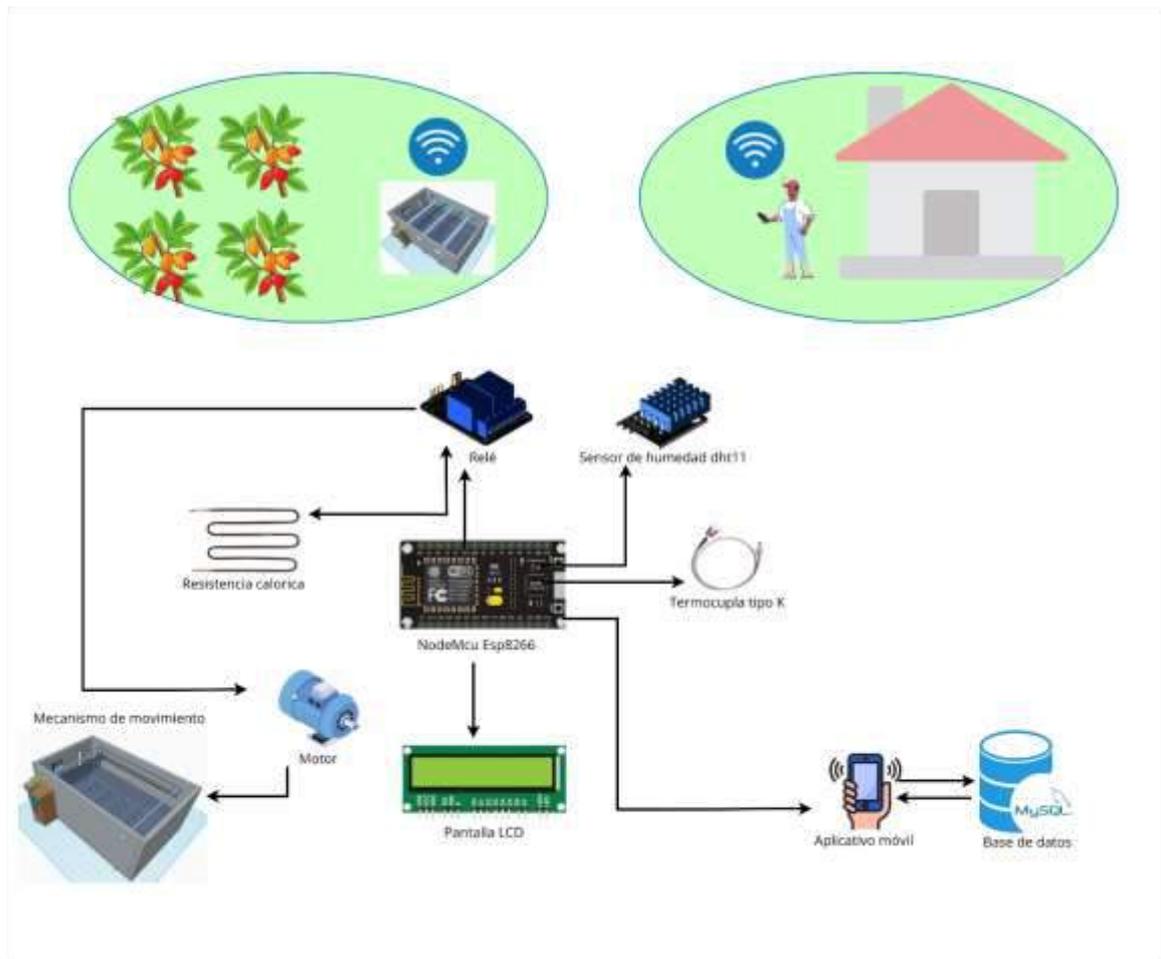
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 9: Diagrama de Contexto

Figura 5.
Diagrama de contexto

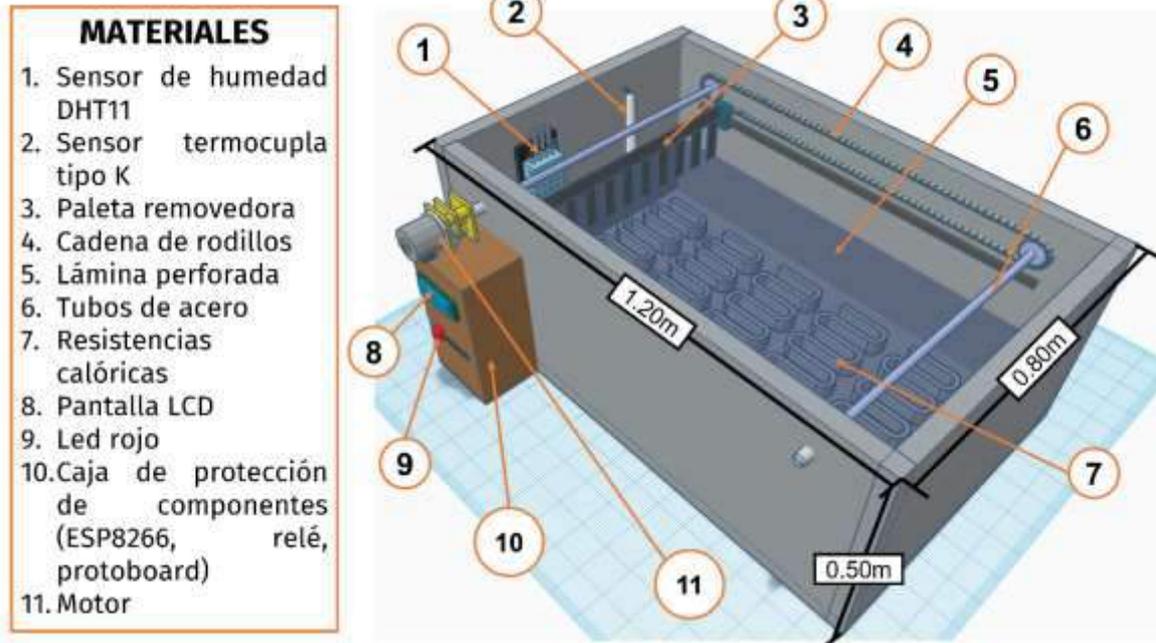


Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 10: Arquitectura de la propuesta tecnológica**Figura 6.**
Diseño de la arquitectura de la propuesta**Elaborado por: Las Autoras, 2024**

Anexo N° 11: Prototipo de forma gráfica

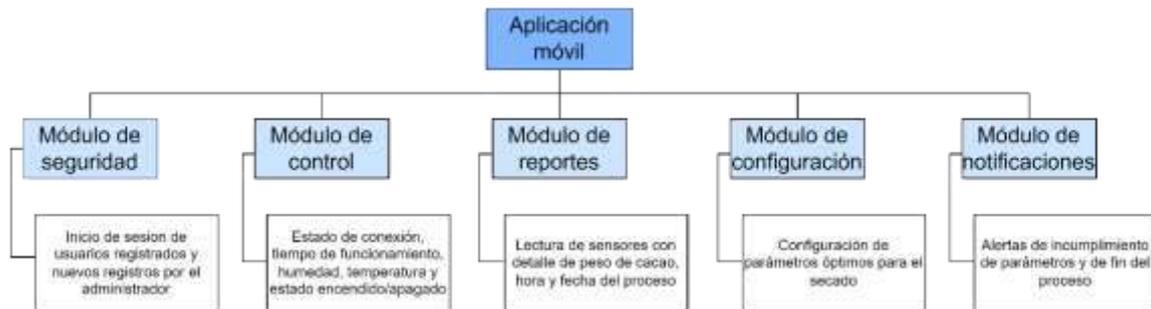
Figura 7.
Diseño de prototipo



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 12: Esquema del sistema

Figura 8.
Representación de los módulos del aplicativo móvil

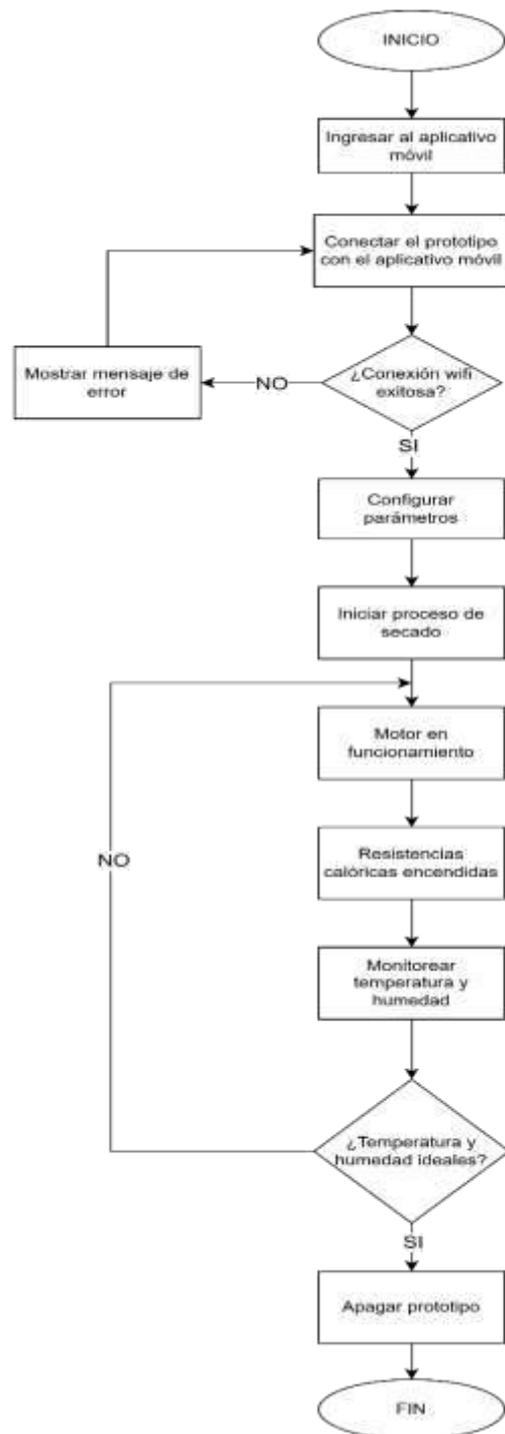


Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 9.
Representación de los módulos del prototipo

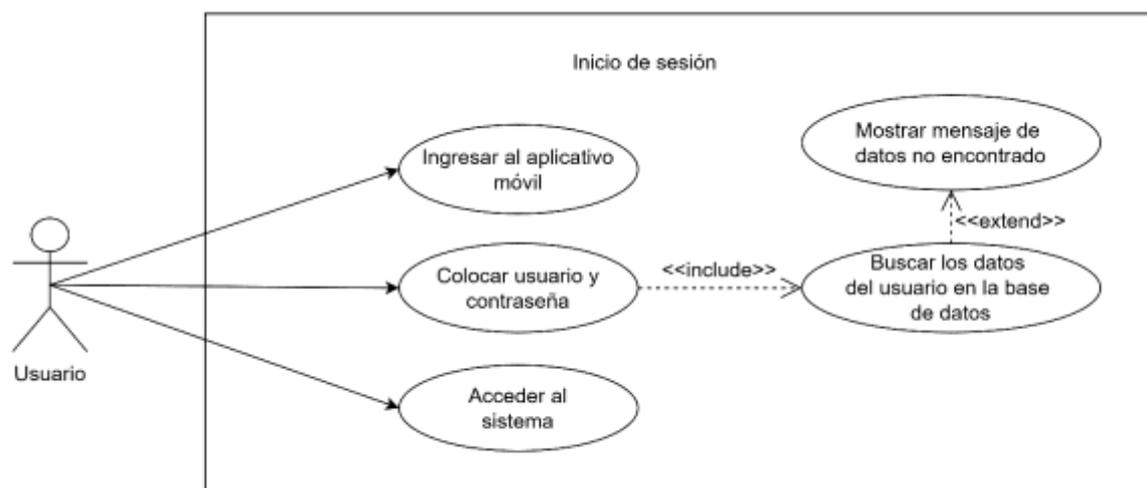


Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 13: Diagrama de flujo de proceso**Figura 10.****Diagrama de flujo de proceso del funcionamiento del prototipo****Elaborado por: Las Autoras, 2024**

Anexo N° 14: Diagramas de casos de uso

Figura 11.
Diagrama de caso de uso del inicio de sesión



Elaborado por: Las Autoras, 2024

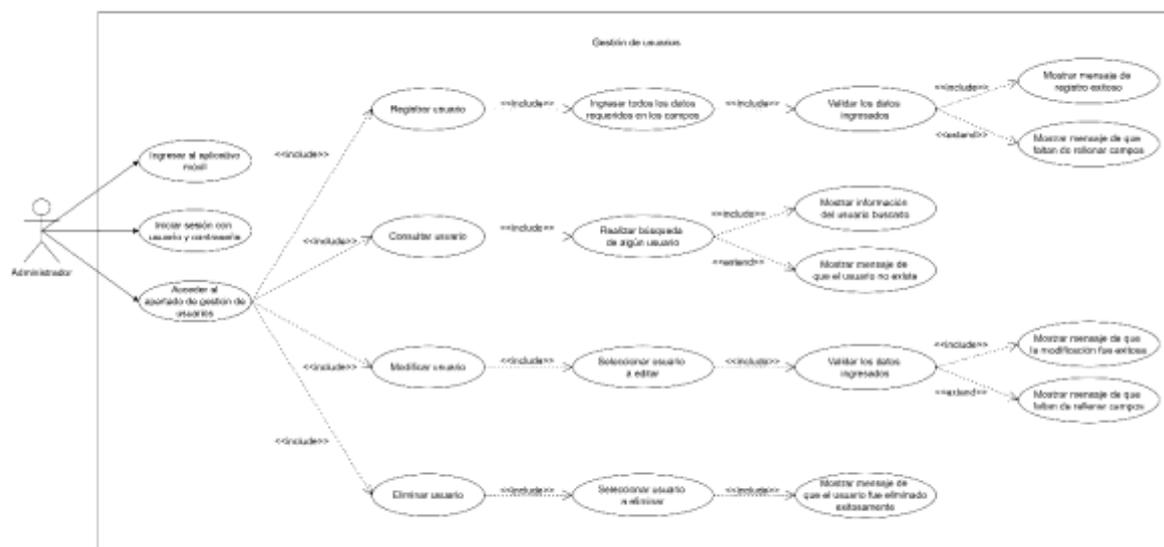
Tabla 17.
Caso de uso descriptivo del inicio de sesión

Nombre:	Inicio de sesión
Autor:	Autoras
Fecha de creación:	10/07/2024
Fecha de actualización:	
Descripción:	En este caso el usuario ingresa sus datos de usuario y contraseña, se buscan en la base de datos, si los datos son encontrados se ingresa al aplicativo y si no, se muestra un mensaje de que los datos no existen
Actores:	Usuario
Precondiciones:	Los usuarios deben estar registrados en el sistema y tener permisos de acceso a la aplicación
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario debe ingresar al aplicativo 2. El usuario debe ingresar sus datos de usuario y contraseña para iniciar sesión 3. Acceso al aplicativo
Flujo alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si el usuario al ingresar su usuario y contraseña no logra acceder al sistema debe verificar sus credenciales y volver a realizar el paso del flujo normal
Postcondiciones:	El usuario puede acceder a las funcionalidades y controlar el prototipo

Descripción del caso de uso de inicio de sesión

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 12.
Diagrama de caso de uso de la gestión de usuarios



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 18.
Caso de uso descriptivo de gestión de usuario-registrar usuarios

Nombre:	Gestión de usuarios
Autor:	Autoras
Fecha de creación:	10/07/2024
Fecha de actualización:	04/08/2024
Descripción:	En este caso el administrador debe iniciar sesión con sus datos y acceder al apartado de seguridad para registrar nuevos usuarios con contraseña y cargo asignado
Actores:	Administrador
Precondiciones:	El administrador debe iniciar sesión con sus datos previamente asignados con permisos de administrador
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador debe ingresar al aplicativo 2. El administrador debe iniciar sesión con usuario y contraseña 3. El administrador debe verificar el estado de conexión WIFI 4. El administrador debe ingresar al apartado de seguridad 5. El administrador debe seleccionar la opción registrar 6. El administrador debe ingresar los datos personales del empleado y asignarle un usuario y contraseña único en el sistema 7. El administrador debe guardar los nuevos datos ingresados 8. Se muestra un mensaje que indique el registro exitoso del usuario
Flujo alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si los datos ya existen, el administrador debe volver al flujo normal numero 6
Postcondiciones:	El administrador debe entregarle las nuevas credenciales de inicio de sesión al empleado para que este pueda acceder al aplicativo

Descripción del caso de uso de registro de usuarios
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 19.

Caso de uso descriptivo de gestión de usuario-consultar usuarios

Nombre:	Gestión de usuarios
Autor:	Autoras
Fecha de creación:	10/07/2024
Fecha de actualización:	04/08/2024
Descripción:	En este caso el administrador debe iniciar sesión con sus datos y acceder al apartado de seguridad para consultar usuarios registrados
Actores:	Administrador
Precondiciones:	El administrador debe iniciar sesión con sus datos previamente asignados con permisos de administrador
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador debe ingresar al aplicativo 2. El administrador debe iniciar sesión con usuario y contraseña 3. El administrador debe verificar el estado de conexión WIFI 4. El administrador debe ingresar al apartado de seguridad 5. El administrador debe seleccionar la opción consultar 6. El administrador debe ingresar el nombre del usuario del cual quiere consultar los datos 7. El administrador debe presionar buscar datos 8. Se mostrarán todos los datos del usuario consultado
Flujo alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si los datos no existen, se mostrará un mensaje que lo indique y el administrador debe volver al flujo normal número 6

Postcondiciones: No existe

Descripción del caso de uso de registro de usuarios
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 20.

Caso de uso descriptivo de gestión de usuario-modificar usuarios

Nombre:	Gestión de usuarios
Autor:	Autoras
Fecha de creación:	10/07/2024
Fecha de actualización:	04/08/2024
Descripción:	En este caso el administrador debe iniciar sesión con sus datos y acceder al apartado de seguridad para registrar nuevos usuarios con contraseña y cargo asignado
Actores:	Administrador
Precondiciones:	El administrador debe iniciar sesión con sus datos previamente asignados con permisos de administrador
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador debe ingresar al aplicativo 2. El administrador debe iniciar sesión con usuario y contraseña

Nombre:	Gestión de usuarios
	<ol style="list-style-type: none"> 3. El administrador debe verificar el estado de conexión WIFI 4. El administrador debe ingresar al apartado de seguridad 5. El administrador debe seleccionar la opción modificar 6. El administrador debe seleccionar el usuario del cual quiere modificar los datos 7. El administrador debe modificar los datos que desea actualizar 8. El administrador debe guardar estos nuevos datos modificados 9. Se muestra un mensaje que indique el registro exitoso de los nuevos datos ingresados <p>Flujo alternativo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Si los datos ya existen, el administrador debe volver al flujo normal numero 7

Postcondiciones: En el caso de que los datos modificados sean el usuario o la contraseña, el administrador debe entregarle las nuevas credenciales de inicio de sesión al empleado para que este pueda acceder al aplicativo

Descripción del caso de uso de registro de usuarios

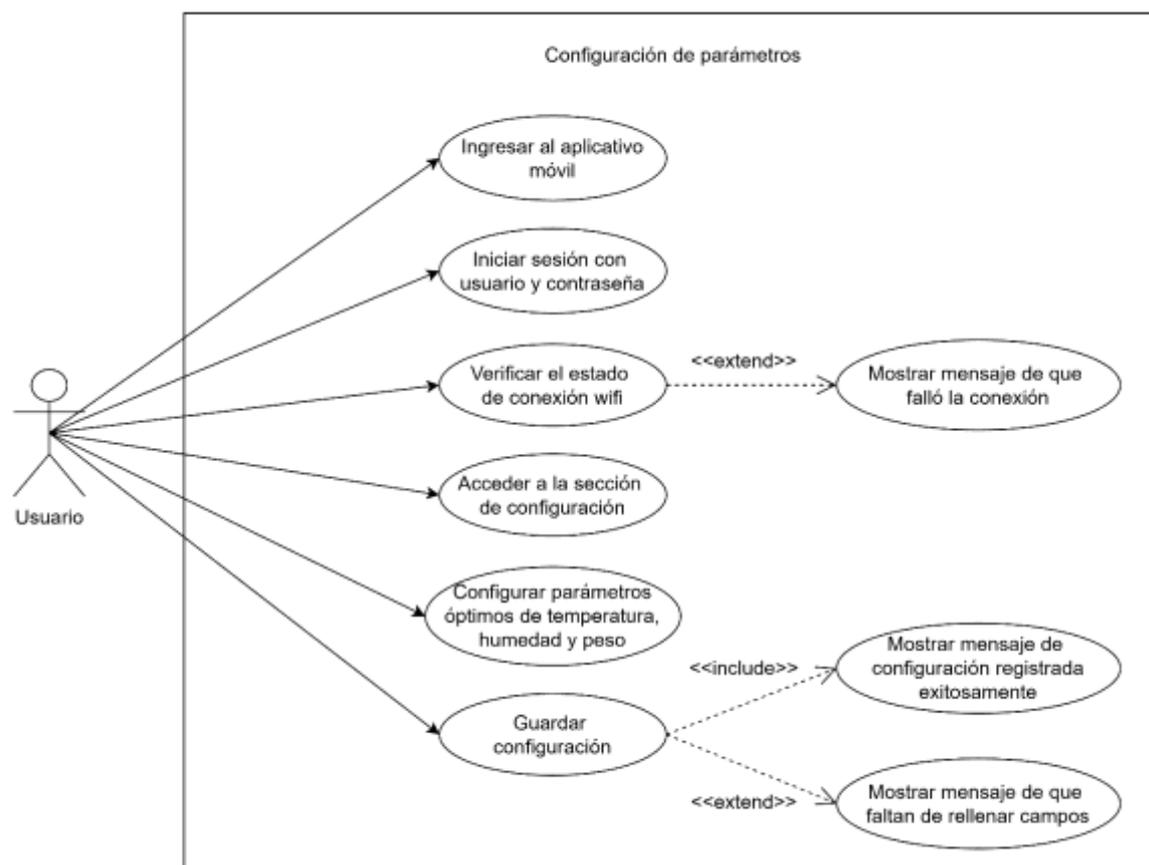
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 21.

Caso de uso descriptivo de gestión de usuario-eliminar usuarios

Nombre:	Gestión de usuarios
Autor:	Autoras
Fecha de creación:	10/07/2024
Fecha de actualización:	04/08/2024
Descripción:	En este caso el administrador debe iniciar sesión con sus datos y acceder al apartado de seguridad para registrar nuevos usuarios con contraseña y cargo asignado
Actores:	Administrador
Precondiciones:	El administrador debe iniciar sesión con sus datos previamente asignados con permisos de administrador
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador debe ingresar al aplicativo 2. El administrador debe iniciar sesión con usuario y contraseña 3. El administrador debe verificar el estado de conexión WIFI 4. El administrador debe ingresar al apartado de seguridad 5. El administrador debe seleccionar los datos del usuario que desea eliminar 6. El administrador debe presionar en la opción de eliminar 7. Se muestra un mensaje que indique la eliminación exitosa del usuario
Flujo alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 1. No existe
Postcondiciones:	
Descripción del caso de uso de registro de usuarios	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Figura 13.

Diagrama de caso de uso de la configuración de parámetros

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 22.

Caso de uso descriptivo de la configuración de parámetros

Nombre:	Configuración de parámetros
Autor:	Autoras
Fecha de creación:	10/07/2024
Fecha de actualización:	
Descripción:	En este caso el usuario deberá ingresar al aplicativo móvil y acceder al módulo de configuración, en este apartado deberá seleccionar el rango ideal de temperatura y humedad en el que se debe secar el cacao
Actores:	Usuario
Precondiciones:	Los usuarios deben estar registrados en el sistema y tener permisos de acceso a la aplicación
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario debe ingresar al aplicativo móvil 2. El usuario debe iniciar sesión con usuario y contraseña 3. El usuario debe verificar el estado de conexión wifi 4. El usuario debe ingresar al apartado de configuración de parámetros 5. El usuario deberá seleccionar los parámetros óptimos de temperatura y humedad

Nombre: Configuración de parámetros

6. El usuario deberá guardar los parámetros seleccionados

Flujo alternativo:

1. Si el usuario no logra establecer conexión wifi con el prototipo debe verificar si está conectado a la energía eléctrica y volver a flujo normal numero 3

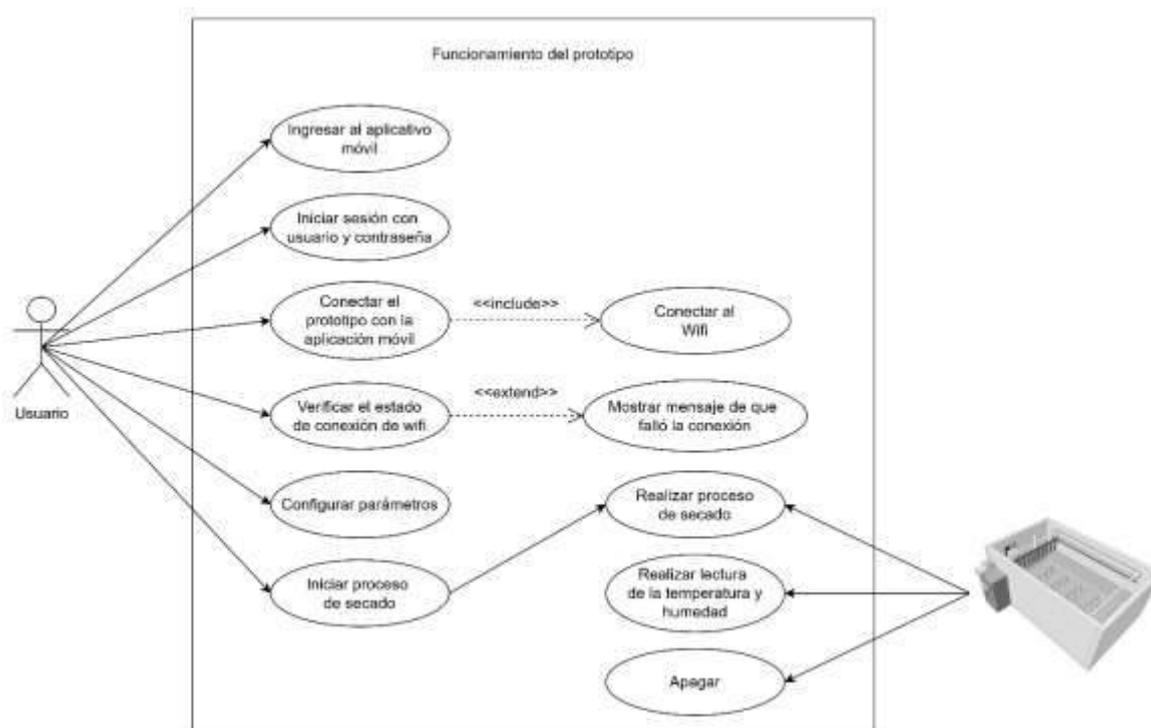
Postcondiciones: El usuario ya puede poner en funcionamiento el secador

Descripción del caso de uso de la configuración de parámetros

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 14.

Diagrama de caso de uso del funcionamiento del prototipo



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 23.

Caso de uso descriptivo del funcionamiento del prototipo

Nombre: Funcionamiento del prototipo

Autor: Autoras

Fecha de creación: 10/07/2024

Fecha de actualización:

Descripción: En este caso se describen los pasos que debe seguir el usuario para poner en correcto funcionamiento el prototipo

Actores: Usuario

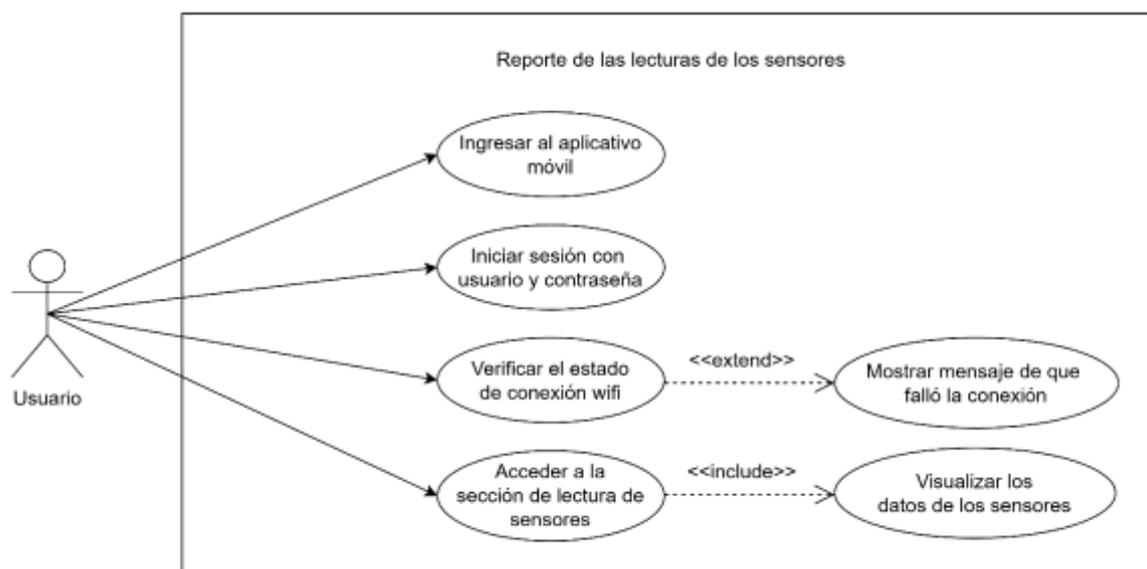
Precondiciones: Los usuarios deben estar registrados en el sistema y tener permisos de acceso a la aplicación, además el prototipo debe estar recibiendo la suficiente energía eléctrica para su funcionamiento

Flujo normal:

Nombre:	Funcionamiento del prototipo
	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario debe ingresar al aplicativo móvil 2. El usuario debe iniciar sesión con su usuario y contraseña previamente registrados 3. El usuario debe establecer conexión WIFI entre el aplicativo y el prototipo 4. El usuario debe configurar los parámetros óptimos de temperatura y humedad para el secado de cacao 5. El usuario debe inicializar el proceso de secado <p>El usuario debe presionar el botón de encendido del prototipo para que se inicie el proceso de secado</p> <p>Flujo alternativo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No existe
Postcondiciones:	El usuario puede iniciar otro proceso de secado
Descripción del caso de uso del funcionamiento del prototipo	
Elaborado por:	Las Autoras, 2024

Figura 15.

Diagrama de caso de uso del reporte de las lecturas de los sensores



Elaborado por: Las Autoras, 2024

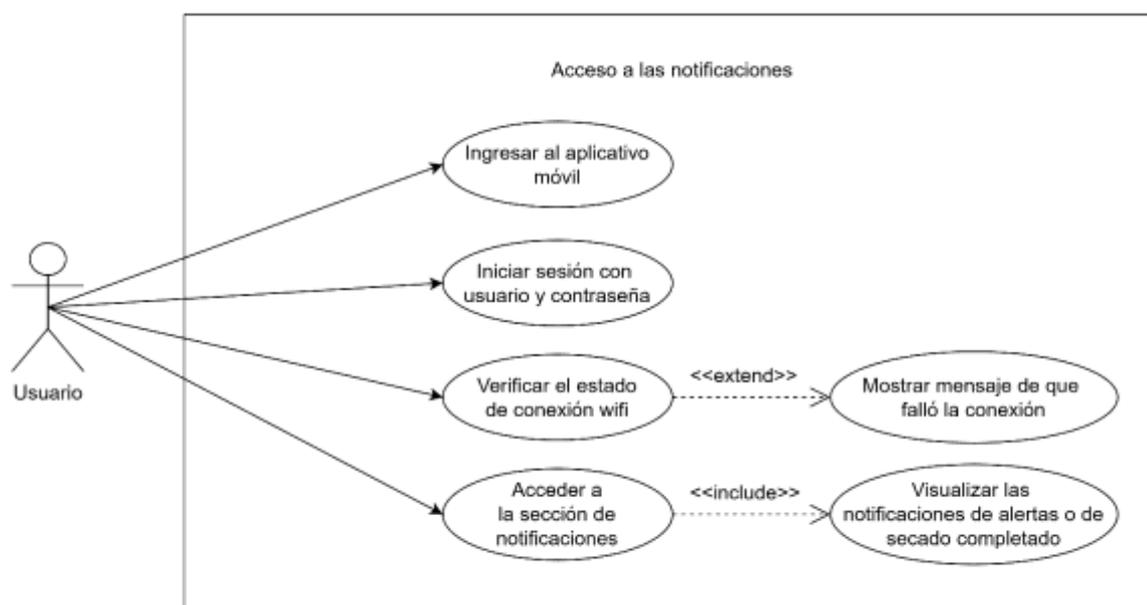
Tabla 24.

Caso de uso descriptivo del reporte de las lecturas de los sensores prototipo

Nombre:	Reporte de lectura de sensores
Autor:	Autoras
Fecha de creación:	10/07/2024
Fecha de actualización:	
Descripción:	En este caso el usuario debe ingresar al aplicativo iniciando sesión con su usuario y contraseña para luego acceder al módulo de lectura de sensores y poder así visualizar una tabla detallada con reportes

Nombre:	Reporte de lectura de sensores
Actores:	Usuario
Precondiciones:	Los usuarios deben estar registrados en el sistema y tener permisos de acceso a la aplicación
Flujo normal:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario debe ingresar al aplicativo móvil 2. El usuario debe iniciar sesión con usuario y contraseña 3. El usuario debe verificar el estado de conexión wifi 4. El usuario debe acceder a la sección de reportes de lectura de sensores
Flujo alternativo:	<ol style="list-style-type: none"> 1. No existe
Postcondiciones:	El usuario podrá verificar los datos de los sensores recibidos en el aplicativo, así como también la hora y fecha de su registro
Descripción del caso de uso del reporte de las lecturas de los sensores	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Figura 16.

Diagrama de caso de uso del acceso a las notificaciones

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 25.

Caso de uso descriptivo del acceso a las notificaciones

Nombre:	Notificaciones
Autor:	Autoras
Fecha de creación:	10/07/2024
Fecha de actualización:	
Descripción:	En este caso el usuario debe ingresar al aplicativo iniciando sesión con su usuario y contraseña para luego acceder al módulo de lectura de sensores y poder así visualizar una tabla detallada con reportes

Nombre: Notificaciones

Actores: Usuario

Precondiciones: Los usuarios deben estar registrados en el sistema y tener permisos de acceso a la aplicación

Flujo normal:

1. El usuario debe ingresar al aplicativo móvil
2. El usuario debe iniciar sesión con usuario y contraseña
3. El usuario debe verificar el estado de conexión wifi
4. El usuario debe acceder a la sección de notificaciones

Flujo alternativo:

1. No existe

Postcondiciones: El usuario podrá visualizar las notificaciones recibidas en el aplicativo

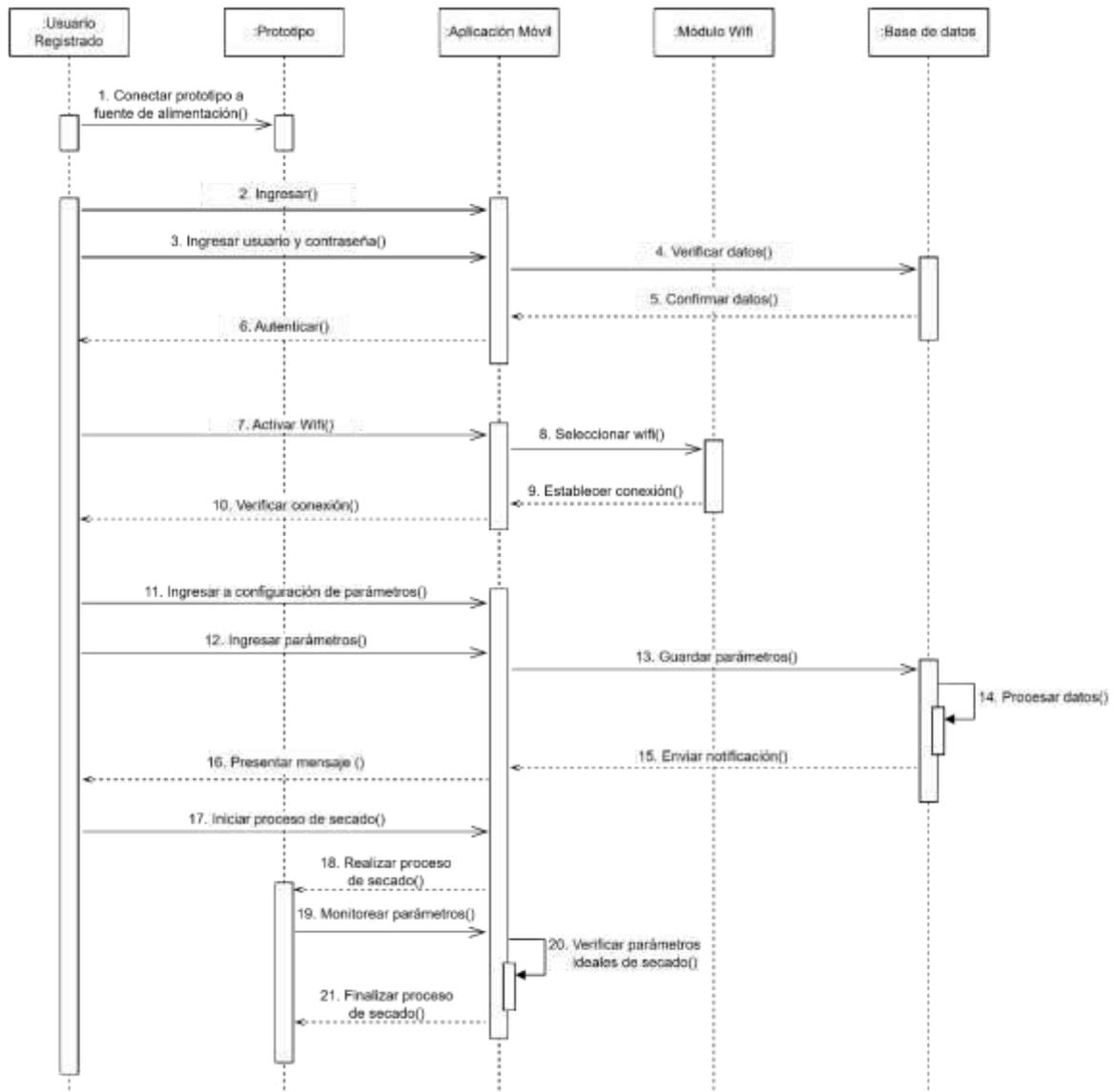
Descripción del caso de uso del acceso a las notificaciones

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 15: Diagrama de secuencia

Figura 17.

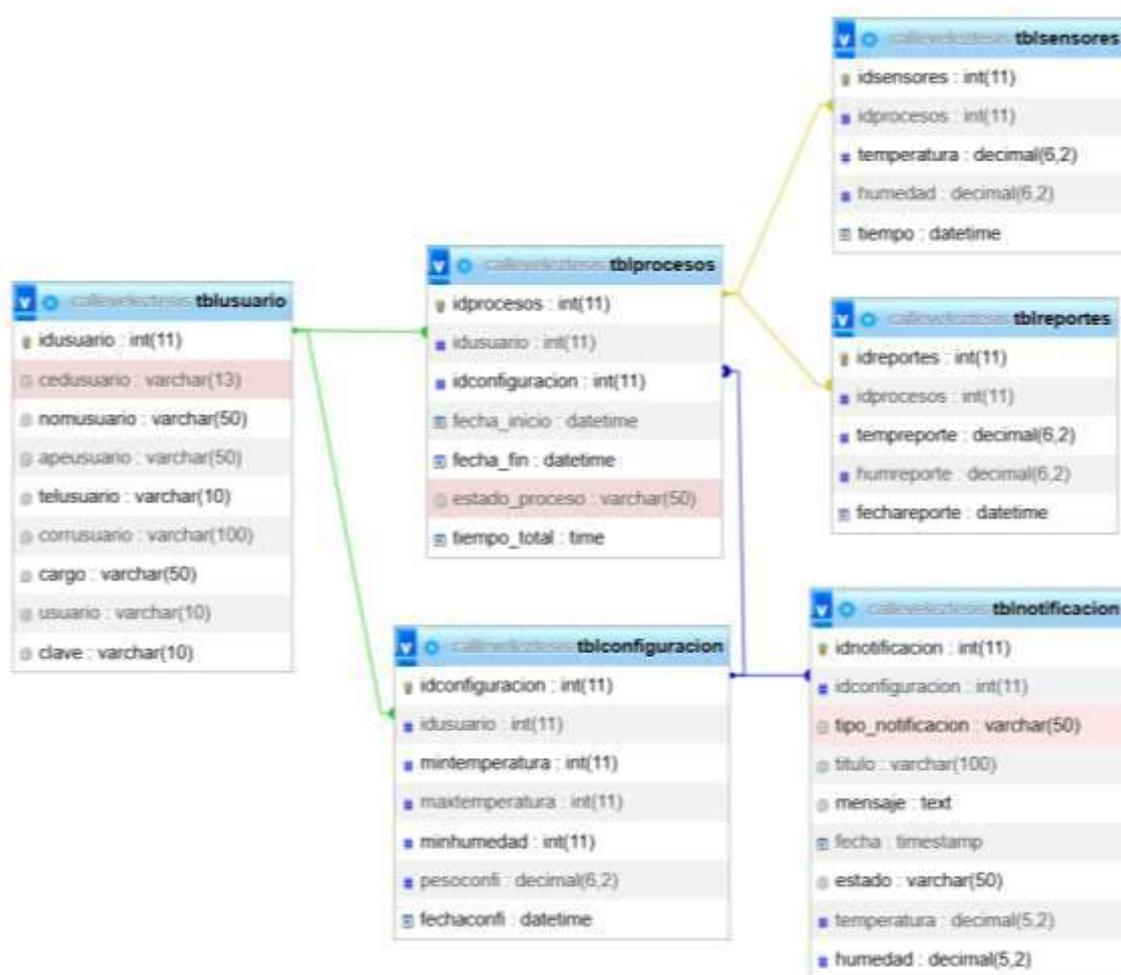
Diagrama de secuencia del funcionamiento del prototipo



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 16: Diagrama de base de datos

Figura 18.
Diagrama de base de datos del sistema



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 17: Diccionario de datos**Tabla 26.**
Diccionario de datos de la tabla usuario

Columna	Dominio	Clave PK/FK	Tipo	Nulo	Longitud	Comentarios
idusuario (Primaria)	Identificador	PK	int	No	11	Clave única para identificar usuario
cedusuario	Cédula	N/A	varchar	No	13	Cédula del usuario
nomusuario	Nombre	N/A	varchar	No	50	Nombre del usuario
apeusuario	Apellido	N/A	varchar	No	50	Apellido del usuario
telusuario	Teléfono	N/A	varchar	No	10	Teléfono del usuario
corrusuario	Correo	N/A	varchar	No	100	Correo del usuario
cargo	Cargo	N/A	varchar	No	50	Rol del usuario
usuario	Usuario	N/A	varchar	No	10	Nombre de usuario para el inicio de sesión
clave	Clave	N/A	varchar	No	10	Clave de usuario para el inicio de sesión

Descripción de los campos de la tabla usuario
Elaborado por: Las Autoras, 2024**Tabla 27.**
Diccionario de datos de la tabla configuración

Columna	Dominio	Clave PK/FK	Tipo	Nulo	Longitud	Comentarios
idconfiguracion (Primaria)	Identificador	PK	int	No	11	Clave única para identificar configuración
idusuario	Identificador	FK	Int	No	11	Enlace a la clave única para identificar usuario
mintemperatura	Temperatura mínima	N/A	int	No	11	Valor mínimo permitido para la temperatura
maxtemperatura	Temperatura máxima	N/A	int	No	11	Valor máximo permitido para la temperatura
minhumedad	Humedad mínima	N/A	int	No	11	Valor mínimo permitido para la humedad

Columna	Dominio	Clave PK/FK	Tipo	Nulo	Longitud	Comentarios
pesoconfi	Peso	N/A	Decimal	No	6,2	Valor del peso
fechaconfi	Fecha y hora	N/A	datetime	No	N/A	Fecha y hora de la configuración

Descripción de los campos de la tabla configuración

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 28.

Diccionario de datos de la tabla de procesos

Columna	Dominio	Clave PK/FK	Tipo	Nulo	Longitud	Comentarios
idprocesos (Primaria)	Identificador	PK	int	No	11	Clave única para identificar procesos
idusuario	Identificador	FK	Int	No	11	Enlace a la clave única para identificar usuario
idconfiguracion	Identificador	FK	int	No	11	Enlace a la clave única para identificar configuración
fecha_inicio	Fecha y hora	N/A	datetime	No	N/A	Fecha y hora de inicio del proceso
fecha_fin	Fecha y hora	N/A	datetime	Sí	N/A	Fecha y hora de finalización del proceso
estado_proceso	Estado	N/A	varchar	No	50	Estado actual del proceso
tiempo_total	Duración	N/A	time	No	N/A	Tiempo total de duración del proceso

Descripción de los campos de la tabla de procesos

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 29.

Diccionario de datos de la tabla sensores

Columna	Dominio	Clave PK/FK	Tipo	Nulo	Longitud	Comentarios
idsensores (Primaria)	Identificador	PK	int	No	11	Clave única para identificar sensores
idprocesos	Identificador	FK	int	No	11	Enlace a la clave única

temperatura	Temperatura	N/A	decimal	No	6,2	para identificar proceso Valor de la temperatura
humedad	Humedad	N/A	decimal	No	6,2	Valor de la humedad
tiempo	Fecha y hora	N/A	datetime	No	N/A	Fecha y hora

Descripción de los campos de la tabla sensores
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 30
Diccionario de datos de la tabla notificación

Columna	Dominio	Clave PK/FK	Tipo	Nulo	Longitud	Comentarios
idnotificacion (Primaria)	Identificador	PK	int	No	11	Clave única para identificar notificación
tipo_notificacion	Tipo	N/A	varchar	No	50	Tipo de notificación
titulo	Título	N/A	varchar	No	100	Título de la notificación
mensaje	Mensaje	N/A	text	No	N/A	Contenido del mensaje de la notificación
fecha	Fecha y hora	N/A	timestamp	No	N/A	Fecha y hora del envío de la notificación
estado	Estado	N/A	varchar	No	50	Estado de la notificación
temperatura	Temperatura	N/A	decimal	No	5,2	Temperatura actual
humedad	Humedad	N/A	decimal	No	5,2	Humedad actual

Descripción de los campos de la tabla notificación
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 31.
Diccionario de datos de la tabla reportes

Columna	Dominio	Clave PK/FK	Tipo	Nulo	Longitud	Comentarios
idreportes (Primaria)	Identificador	PK	int	No	11	Clave única para identificar sensores
idprocesos	Identificador	FK	int	No	11	Enlace a la clave única para identificar proceso

Columna	Dominio	Clave PK/FK	Tipo	Nulo	Longitud	Comentarios
tempreporte	Temperatura	N/A	decimal	No	6,2	Valor de la temperatura
humreporte	Humedad	N/A	decimal	No	6,2	Valor de la humedad
fechareporte	Fecha y hora	N/A	datetime	No	N/A	Fecha y hora

Descripción de los campos de la tabla reportes

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 20: Interfaces del sistema**Figura 21.**
Interfaz de inicio de sesión

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 22.
Interfaz del módulo de control cuando el prototipo está desconectado

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 23.
Interfaz del módulo de control cuando el prototipo está activado



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 24.
Interfaz del menú de navegación para el rol de administrador



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 25.
Interfaz del menú de navegación para el rol de empleado



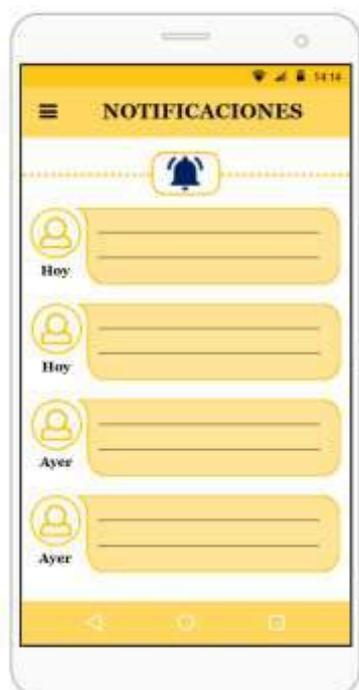
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 26.
Interfaz de reporte de sensores



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 27.
Interfaz de notificaciones



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 28.
Interfaz de listado de usuarios



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 29.
Interfaz del registro de usuarios



The screenshot shows a mobile application interface for creating a new user. The title bar is yellow and contains a hamburger menu icon and the text "NUEVO REGISTRO". Below the title bar is a circular profile picture placeholder. The form consists of several input fields, each with a small icon to its left: "Cédula:" with a document icon, "Nombre:" with a person icon, "Apellido:" with a document icon, "Teléfono:" with a telephone icon, "Correo:" with an envelope icon, "Cargo:" with a group of people icon and a dropdown arrow, "Usuario:" with a person icon, and "Contraseña:" with a lock icon. At the bottom of the form is a yellow button labeled "Guardar". The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar.

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 30.
Interfaz de gestión de usuarios



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 31.
Interfaz de configuración de parámetros



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 21: Pruebas de integración

Tabla 32.
Detalle de los casos de prueba de integración

Número del caso de prueba	Componente	Probará	Prerrequisito
PI-01	Microcontrolador con Display lcd	Mostrar datos en la pantalla enviados desde el Microcontrolador	Tener conectado el microcontrolador al pc y al display lcd
PI-02	Microcontrolador con Sensor DHT11	Lectura de datos de humedad	Tener conectado el sensor al microcontrolador y al protoboard
PI-03	Microcontrolador con Sensor termocupla tipo K	Lectura de datos de temperatura	Tener conectado el sensor al microcontrolador y al protoboard
PI-04	Sensor dht11 y termocupla tipo K con display lcd	Visualizar datos de sensores	Tener conectado los sensores, microcontrolador y protoboard
PI-05	Display lcd con I2C	Comunicar el microcontrolador y el display LCD	Tener conectado el microcontrolador al display lcd y I2C
PI-06	Microcontrolador con relé	Probara la activación y desactivación del relé	Tener conectado el relé al microcontrolador
PI-07	Relé con resistencias calóricas	Permite el paso de corriente a las resistencias calóricas	Tener conectado el relé a las resistencias calóricas y al microcontrolador
PI-08	Relé con motor	Permite el paso de corriente al motor	Tener conectado el relé al motor y al microcontrolador

Descripción de los casos de prueba de integración

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 33.
Prueba de integración: Microcontrolador-Display LCD

Prueba de integración	
ID: PI-01	Componente: Microcontrolador- Display LCD
Programador responsable:	Calle y Velez
Fecha de ejecución: 01/10/2024	Versión: 1.0
Descripción:	Conexión y configuración del Display LCD
Paso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el microcontrolador al pc 2. Conectar el Display LCD 3. Programar el código 4. Cargar el código 5. Enviar datos
Datos/Acciones de entrada	Código
Resultado esperado	Visualizar los datos enviados desde el microcontrolador en el display lcd
Resultado obtenido	Datos visualizados correctamente
Repeticiones	2
Prueba	Satisfactoria
Observaciones	Ninguna

Descripción de la prueba de integración del microcontrolador con display LCD

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 34.
Prueba de integración: Display LCD-I2C

Prueba de integración	
ID: PI-05	Componente: Display LCD con I2C
Programador responsable:	Calle y Velez
Fecha de ejecución: 01/10/2024	Versión: 1.0
Descripción:	Conexión y configuración de display lcd con I2C
Paso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el microcontrolador al pc 2. Conectar el Display LCD 3. Conectar el I2C 3. Programar el código 4. Cargar el código 5. Recibir datos
Datos/Acciones de entrada	Código
Resultado esperado	Regular brillo del Display LCD y mostrar datos
Resultado obtenido	Ajuste correcto del brillo y correcta visualización de datps en el Display LCD
Repeticiones	1
Prueba	Satisfactoria
Observaciones	Ninguna

Descripción de la prueba de integración del display LCD con potenciómetro

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 35.

Prueba de integración: Microcontrolador - Sensor Dht11

Prueba de integración	
ID: PI-02	Componente: Microcontrolador con Dht11
Programador responsable: Calle y Velez	
Fecha de ejecución: 01/10/2024	Versión: 1.0
Descripción: Conexión y configuración del sensor Dht11	
Paso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el microcontrolador al pc 2. Conectar el sensor Dht11 3. Programar el código 4. Cargar el código 5. Recibir datos
Datos/Acciones de entrada	Código
Resultado esperado	Recibir datos de humedad del sensor
Resultado obtenido	Datos recibidos correctamente
Repeticiones	7
Prueba	Satisfactoria
Observaciones	Ninguna

Descripción de la prueba de integración del Dht11 con el Microcontrolador
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 36.

Prueba de integración: Microcontrolador-termocupla tipo K

Prueba de integración	
ID: PI-03	Componente: Microcontrolador con termocupla tipo K
Programador responsable: Calle y Velez	
Fecha de ejecución: 01/10/2024	Versión: 1.0
Descripción: Conexión y configuración del sensor termocupla tipo K	
Paso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el microcontrolador al pc 2. Conectar el sensor termocupla tipo K 3. Programar el código 4. Cargar el código 5. Recibir datos
Datos/Acciones de entrada	Código
Resultado esperado	Recibir datos de temperatura del sensor
Resultado obtenido	Datos recibidos correctamente
Repeticiones	5
Prueba	Satisfactoria
Observaciones	Ninguna

Descripción de la prueba de integración del sensor termocupla tipo K con el microcontrolador
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 37.

Prueba de integración: Sensores Dht11 y termocupla tipo K con Display LCD

Prueba de integración	
ID: PI-04	Componente: Dht11-Termocupla tipo K-Display LCD
Programador responsable: Calle y Velez	
Fecha de ejecución:	Versión: 1.0
Descripción: Conexión y configuración de los sensores Dht11, termocupla tipo K y Display LCD	
Paso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el microcontrolador al pc 2. Conectar el sensor Dht11 3. Conectar el sensor termocupla tipo K 4. Conectar el Display LCD 5. Programar el código 6. Cargar el código 7. Enviar datos de los sensores al Display LCD
Datos/Acciones de entrada	Código
Resultado esperado	Visualizar datos enviados por los sensores
Resultado obtenido	Visualizar los datos de humedad y temperatura en el Display LCD
Repeticiones	2
Prueba	Satisfactoria
Observaciones	Ninguna

Descripción de la prueba de integración de los sensores Dht11, Termocupla tipo K con el Display LCD

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 38.

Prueba de integración: Microcontrolador -Relé

Prueba de integración	
ID: PI-06	Componente: Microcontrolador con relé
Programador responsable: Calle y Velez	
Fecha de ejecución: 01/10/2024	Versión: 1.0
Descripción: Conexión y configuración del relé al microcontrolador	
Paso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el microcontrolador al pc 2. Conectar el relé 3. Programar el código 4. Cargar el código
Datos/Acciones de entrada	Código
Resultado esperado	Permitir el paso de corriente al relé
Resultado obtenido	Permitir el paso de corriente al relé
Repeticiones	1
Prueba	Satisfactoria
Observaciones	Ninguna

Descripción de la prueba de integración del Microcontrolador y el relé

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 22: Pruebas de caja negra

Tabla 39.
Prueba de caja negra: Dht11

ID de prueba	CN-13		
Componente	Sensor Dht11		
Programador responsable	Calle y Velez		
Descripción de la prueba	Verificar que el sensor detecte correctamente los datos de humedad.		
Prerrequisitos	El sensor debe estar conectado al microcontrolador		
Datos de entrada	- Código		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cargar el código en el microcontrolador 2. Aumentar o disminuir la humedad 3. Probar que el sensor lea correctamente los datos de humedad 		
Excepciones	- Si los datos no son leídos correctamente verificar la conexión del sensor y que el código sea correcto		
Resultado esperado	Correcta visualización de los datos de humedad		
Repeticiones	7		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra del sensor Dht11

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 40.
Prueba de caja negra: termocupla tipo K

ID de prueba	CN-014		
Componente	Sensor termocupla tipo K		
Programador responsable	Calle y Velez		
Descripción de la prueba	Verificar que el sensor detecte correctamente los datos de temperatura.		
Prerrequisitos	El sensor debe estar conectado al microcontrolador		

ID de prueba	CN-014		
Datos de entrada	- Código		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cargar el código en el microcontrolador 2. Aumentar o disminuir la temperatura 3. Probar que el sensor lea correctamente los datos de temperatura 		
Excepciones	- Si los datos no son leídos correctamente verificar la conexión del sensor y que el código sea correcto		
Resultado esperado	Correcta visualización de los datos de temperatura		
Repeticiones	5		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra del sensor termocupla tipo K
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 41.
Prueba de caja negra: Display LCD

ID de prueba	CN-15		
Componente	Display LCD		
Programador responsable	Calle y Velez		
Descripción de la prueba	Verificar que se muestren datos en el Display LCD.		
Prerrequisitos	El display lcd debe estar conectado al microcontrolador		
Datos de entrada	- Código		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cargar el código en el microcontrolador 2. Enviar datos para mostrar en la pantalla 3. Visualizar datos 		
Excepciones	- Si los datos no son enviados correctamente verificar la conexión del display lcd y que el código sea correcto		
Resultado esperado	Correcta visualización de los datos enviados		
Repeticiones	2		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No

ID de prueba	CN-15
Observaciones	Ninguna
Descripción de la prueba de caja negra del Display LCD	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 42.
Prueba de caja negra: Relé

ID de prueba	CN-16						
Componente	Relé						
Programador responsable	Calle y Velez						
Descripción de la prueba	Verificar que el relé permita el paso de corriente correctamente						
Prerrequisitos	El relé debe estar conectado al microcontrolador						
Datos de entrada	- Código						
Pasos	1. Cargar el código en el microcontrolador 2. Activar y desactivar el relé mediante el IDE de Arduino						
Excepciones	- Si el relé no es correctamente activado o desactivado verificar la conexión y el código						
Resultado esperado	Correcta activación y desactivación del relé						
Repeticiones	1						
Resultado obtenido	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prueba exitosa</th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Prueba exitosa	Si	No		X	
Prueba exitosa	Si	No					
	X						
Observaciones	Ninguna						

Descripción de la prueba de caja negra del relé
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 43.
Prueba de caja negra: Motor

ID de prueba	CN-17
Componente	Motor
Programador responsable	Calle y Velez
Descripción de la prueba	Verificar que el motor encienda.

ID de prueba	CN-17		
Prerrequisitos	El motor debe estar conectado a una fuente de alimentación		
Datos de entrada	- Corriente		
Pasos	1. Conectar el motor a una fuente de alimentación		
Excepciones	- Si el motor no enciende verificar la conexión y que esté recibiendo la energía necesaria		
Resultado esperado	Correcto funcionamiento del motor		
Repeticiones	1		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si	No
		X	
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra del motor
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 44.
Prueba de caja negra: Resistencias calóricas

ID de prueba	CN-18		
Componente	Motor		
Programador responsable	Calle y Velez		
Descripción de la prueba	Verificar que el motor encienda.		
Prerrequisitos	Las resistencias calóricas deben estar conectadas a una fuente de alimentación		
Datos de entrada	- Corriente		
Pasos	1. Conectar las resistencias calóricas a una fuente de alimentación		
Excepciones	- Si las resistencias no encienden verificar la conexión y que esté recibiendo la energía necesaria		
Resultado esperado	Correcto funcionamiento de las resistencias calóricas		
Repeticiones	1		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si	No
		X	

ID de prueba	CN-18
Observaciones	Ninguna
Descripción de la prueba de caja negra de resistencias calóricas	
Elaborado por: Las Autoras, 2024	

Tabla 45.
Prueba de caja negra: LED

ID de prueba	CN-19						
Componente	LED						
Programador responsable	Calle y Velez						
Descripción de la prueba	Verificar que el led rojo encienda.						
Prerrequisitos	El led debe estar conectado al microcontrolador						
Datos de entrada	- Código						
Pasos	1. Cargar código en el microcontrolador 2. Encender y apagar el led mediante el IDE Arduino						
Excepciones	- Si el led no funciona verificar la conexión y el código						
Resultado esperado	Correcto encendido del led rojo						
Repeticiones	1						
Resultado obtenido	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prueba exitosa</th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Prueba exitosa	Si	No		X	
Prueba exitosa	Si	No					
	X						
Observaciones	Ninguna						

Descripción de la prueba de caja negra de LED
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 46.
Prueba de caja negra: Inicio de sesión (Administrador)

ID de prueba	CN-01
Nombre de la prueba	Inicio de sesión
Módulo	Seguridad
Actores	Administrador
Descripción de la prueba	Verificar si el usuario con rol de administrador puede iniciar sesión correctamente utilizando su usuario y contraseña válidos.

Prerrequisitos	El usuario debe estar registrado como administrador en el sistema		
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Usuario: Janneth20 - Clave: Janneth123 		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir la aplicación 2. Ingresar el nombre de usuario 3. Ingresar la contraseña 4. Presionar el botón de “Iniciar Sesión” 		
Excepciones	<p>Si el administrador ingresa credenciales incorrectas, se mostrarán los siguientes mensajes de error, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el administrador no está registrado en el sistema, muestra un mensaje de que el usuario no existe. - Si la contraseña es incorrecta muestra un mensaje de que la contraseña ingresada es incorrecta y vuelva a intentarlo. 		
Resultado esperado	Que el usuario con rol de administrador pueda iniciar sesión correctamente al sistema utilizando sus credenciales válidas		
Repeticiones	1		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de inicio de sesión para el rol de administrador
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 47.
Prueba de caja negra: Inicio de sesión (Empleado)

ID de prueba	CN-02
Nombre de la prueba	Inicio de sesión
Módulo	Seguridad
Actores	Empleado
Descripción de la prueba	Verificar si el usuario con rol de empleado puede iniciar sesión correctamente utilizando su usuario y contraseña válidos.
Prerrequisitos	El usuario debe estar registrado como empleado en el sistema

ID de prueba	CN-02		
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Usuario: Julissa21 - Clave: Julissa123 		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir la aplicación 2. Ingresar el nombre de usuario 3. Ingresar la contraseña 4. Presionar el botón de “Iniciar Sesión” 		
Excepciones	<p>Si el empleado ingresa credenciales incorrectas, se mostrarán los siguientes mensajes de error, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el empleado no está registrado en el sistema, muestra un mensaje de que el usuario no existe. - Si la contraseña es incorrecta muestra un mensaje de que la contraseña ingresada es incorrecta y vuelva a intentarlo. 		
Resultado esperado	Que el usuario con rol de empleado pueda iniciar sesión correctamente al sistema utilizando sus credenciales válidas		
Repeticiones	1		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		
Descripción de la prueba de caja negra de inicio de sesión para el rol de empleado			
Elaborado por: Las Autoras, 2024			

Tabla 48.
Prueba de caja negra: Registro de usuarios

ID de prueba	CN-03
Nombre de la prueba	Registro de usuarios
Módulo	Gestión de usuarios
Actores	Administrador
Descripción de la prueba	Verificar que el Administrador puede registrar nuevos usuarios en el sistema, permitiendo que estos ingresen utilizando usuario y contraseña.
Prerrequisitos	El usuario debe tener el rol de administrador para poner registrar nuevos usuarios

ID de prueba	CN-03		
Datos de entrada	<p>Ingresar y guardar los datos del usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cédula: 0914636113 - Nombre: Fabián - Apellido: Murillo - Teléfono: 0987451475 - Correo: fabian@gmail.com - Cargo: Empleado - Usuario: Fabian10 - Contraseña: ***** 		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario administrador ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. El administrador se dirige al menú de navegación y selecciona gestión de usuarios 3. El administrador selecciona el botón flotante con icono de “+” para poder registrar un nuevo usuario 4. El administrador llena cada uno de los campos del registro y los guarda <p>Si el usuario intenta enviar datos inválidos, se mostrarán los siguientes mensajes de error:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Campos vacíos - Cédula ecuatoriana inválida - La cédula debe contener solo números y tener exactamente 10 dígitos. - Cédula ya está registrada - El nombre y el apellido deben contener solo letras. - El teléfono debe contener solo números y tener exactamente 10 dígitos. - Correo inválido (debe tener formato correcto) - Correo ya está registrado - El nombre de usuario debe contener al menos una letra y un número, con un máximo de 10 caracteres. - El nombre de usuario ya está registrado - La contraseña debe contener al menos una letra y un número, con un máximo de 10 caracteres. 		
Excepciones			
Resultado esperado	El administrador pueda registrar un nuevo usuario al sistema, ya sea de rol empleado o administrador		
Repeticiones	2		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de registro de nuevos usuarios
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 49.

Prueba de caja negra: Ver detalles del usuario

ID de prueba	CN-04		
Nombre de la prueba	Ver detalles del usuario registrado		
Módulo	Gestión de usuarios		
Actores	Administrador		
Descripción de la prueba	Verificar que el administrador pueda acceder y visualizar correctamente los detalles completos de un usuario registrado al seleccionarlo de la lista.		
Prerrequisitos	El usuario debe tener el rol de administrador y existir al menos un usuario registrado en el sistema.		
Datos de entrada	El administrador debe seleccionar un usuario de la lista de usuarios registrados		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario administrador ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. El administrador se dirige al menú de navegación y selecciona gestión de usuarios 3. El administrador visualiza la lista de usuarios registrados 4. El administrador selecciona un usuario de la lista 5. El administrador hace clic en el botón “Ver” de la ventana emergente 6. El administrador podrá ver todos los detalles del usuario que seleccionó 		
Excepciones	Si no hay usuarios registrados se muestra un mensaje que dice “No hay usuarios registrados”		
Resultado esperado	El administrador puede ver todos los detalles del usuario seleccionado correctamente		
Repeticiones	2		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de ver todos los detalles del usuario registrado

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 50.
Prueba de caja negra: Editar usuario

ID de prueba	CN-05
Nombre de la prueba	Editar usuario
Módulo	Gestión de usuarios
Actores	Administrador
Descripción de la prueba	Verificar que el administrador pueda editar la información de un usuario registrado correctamente.
Prerrequisitos	El usuario debe tener el rol de administrador y existir al menos un usuario en el sistema que pueda ser editado
Datos de entrada	<p>Actualizar y guardar los datos del usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cédula: 0914636113 - Nombre: Fabián - Apellido: Murillo - Teléfono: 0987451475 - Nuevo correo: fabian@gmail.com - Cargo: Empleado - Usuario: Fabian10 - Nueva contraseña: *****
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. El administrador se dirige al menú de navegación y selecciona gestión de usuarios 3. El administrador visualiza la lista de usuarios registrados 4. El administrador selecciona un usuario de la lista 5. El administrador hace clic en el botón "Editar" de la ventana emergente 6. El administrador modifica la información del usuario y los guarda

ID de prueba	CN-05		
Excepciones	<p>Si el administrador al modificar la información intenta enviar datos inválidos, se mostrarán los siguientes mensajes de error:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Campos vacíos - Cédula ecuatoriana inválida - La cédula debe contener solo números y tener exactamente 10 dígitos. - Cédula ya está registrada - El nombre y el apellido deben contener solo letras. - El teléfono debe contener solo números y tener exactamente 10 dígitos. - Correo inválido (debe tener formato correcto) - Correo ya registrado - El nombre de usuario debe contener al menos una letra y un número, con un máximo de 10 caracteres. - Nombre de usuario ya registrado - La contraseña debe contener al menos una letra y un número, con un máximo de 10 caracteres. 		
Resultado esperado	El administrador puede editar la información del usuario seleccionado y los cambios se reflejan correctamente en el sistema.		
Repeticiones	2		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de editar usuario registrado
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 51.
Prueba de caja negra: Eliminar usuario

ID de prueba	CN-06
Nombre de la prueba	Eliminar usuario registrado
Módulo	Gestión de usuarios
Actores	Administrador
Descripción de la prueba	Verificar que el administrador pueda eliminar correctamente un usuario registrado.
Prerrequisitos	El usuario debe tener el rol de administrador y existir al menos un usuario en el sistema que pueda ser eliminado

ID de prueba	CN-06		
Datos de entrada	El administrador debe seleccionar un usuario de la lista de usuarios registrados para eliminar		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. El administrador se dirige al menú de navegación y selecciona gestión de usuarios 3. El administrador visualiza la lista de usuarios registrados 4. El administrador selecciona un usuario de la lista 5. El administrador hace clic en el botón "Eliminar" de la ventana emergente 6. El administrador podrá visualizar un diálogo de alerta preguntando: "¿Está seguro que quiere eliminar este usuario?" con opciones de "Sí" y "No" 7. El administrador debe hacer clic en "Sí" para confirmar la eliminación 8. El administrador podrá visualizar el mensaje "Eliminado con éxito" y el usuario se elimina de la lista de usuarios registrados. 		
Excepciones	<ul style="list-style-type: none"> - Si no hay usuarios registrados se muestra un mensaje que dice "No hay usuarios registrados" - Si el administrador cancela la acción haciendo clic en "No", no se realizan cambios y se cierra el diálogo de alerta sin eliminar el usuario. 		
Resultado esperado	El administrador puede eliminar correctamente, tras hacer clic en "Sí", el sistema debe mostrar el mensaje "Eliminado con éxito" y el usuario debe desaparecer de la lista.		
Repeticiones	1		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si	No
		X	
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de eliminar un usuario registrado
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 52.
Prueba de caja negra: Conexión

ID de prueba	CN-07
Nombre de la prueba	Conexión con el prototipo

ID de prueba	CN-07		
Módulo	Control		
Actores	Administrador / Empleado		
Descripción de la prueba	Verificar que el usuario pueda establecer conexión con el secador		
Prerrequisitos	<ul style="list-style-type: none"> - El prototipo debe estar conectado a la fuente de alimentación - El usuario debe estar registrado y autenticado en el sistema 		
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Evento de toque en el ícono de wifi - Nombre de la red wifi - Contraseña de la red wifi 		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. Una vez autenticado, el usuario accede automáticamente al módulo de control. 3. El usuario visualiza el ícono de wifi en gris y el texto en “Desconectado” 4. El usuario presiona en el ícono de wifi y le aparece una ventana emergente preguntando si desea configurar la red 5. Si el usuario selecciona “Si”, es redirigido a la configuración wifi de su dispositivo 6. En la configuración wifi, el usuario selecciona el punto de acceso temporal del ESP8266 7. El usuario es redirigido al portal de configuración del ESP8266, donde ingresa el nombre de la red y la contraseña 8. El usuario guarda la configuración y regresa a la aplicación móvil 9. El usuario visualiza el cambio del ícono a verde y el texto cambia a “Conectado” 		
Excepciones	Si el usuario no ingresa correctamente los datos de la red, la conexión no se establecerá, el ícono permanece en gris y el texto sigue indicando “Desconectado”. Por lo que el usuario debe repetir el proceso		
Resultado esperado	El usuario puede establecer conexión de manera exitosa con el prototipo		
Repeticiones	7		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de conexión con el prototipo
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 53.
Prueba de caja negra: Encendido

ID de prueba	CN-08		
Nombre de la prueba	Encendido del prototipo		
Módulo	Control		
Actores	Administrador / Empleado		
Descripción de la prueba	Verificar que el usuario pueda encender el prototipo desde la aplicación móvil.		
Prerrequisitos	<ul style="list-style-type: none"> - El prototipo debe estar conectado a la fuente de alimentación - El usuario debe estar registrado y autenticado en el sistema - El usuario debe haber establecido previamente conexión con el prototipo 		
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Pulsar en el encendido del interruptor 		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. Una vez autenticado, el usuario accede automáticamente al módulo de control. 3. El usuario presiona en el encendido del interruptor de la aplicación móvil 		
Excepciones	Si el usuario no ha establecido conexión previamente, se muestra un mensaje indicando que "No se puede encender porque el wifi está desconectado"		
Resultado esperado	El usuario puede encender el prototipo correctamente, visualizar las lecturas de los sensores y el tiempo de operación de la máquina		
Repeticiones	5		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra del encendido del prototipo
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 54.
Prueba de caja negra: Apagado

ID de prueba	CN-09
Nombre de la prueba	Apagado del prototipo

ID de prueba	CN-09		
Módulo	Control		
Actores	Administrador / Empleado		
Descripción de la prueba	Verificar que el usuario pueda apagar el prototipo desde la aplicación móvil.		
Prerrequisitos	<ul style="list-style-type: none"> - El prototipo debe estar encendido previamente - El usuario debe haber iniciado sesión y no haberla cerrado desde el momento en que encendió el prototipo. 		
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Pulsar en el apagado del interruptor 		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa a la aplicación 2. El aplicativo muestra automáticamente al módulo de control. 3. El usuario presiona en el apagado del interruptor de la aplicación móvil 		
Excepciones	<ul style="list-style-type: none"> - Si el usuario no ha encendido previamente el prototipo, el interruptor le saldrá para encenderlo y no para apagarlo. - Si el usuario cerró sesión después de haber encendido el prototipo, deberá encenderlo nuevamente para poder apagarlo. 		
Resultado esperado	El usuario apaga correctamente el prototipo, deteniendo el tiempo de operación y las lecturas de los sensores		
Repeticiones	3		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		
Descripción de la prueba de caja negra del apagado del prototipo			
Elaborado por: Las Autoras, 2024			

Tabla 55.

Prueba de caja negra: Configuración de parámetros

ID de prueba	CN-10
Nombre de la prueba	Configuración de parámetros
Módulo	Configuración
Actores	Administrador / Empleado
Descripción de la prueba	Verificar que el usuario puede guardar correctamente los parámetros de configuración en el sistema.

ID de prueba	CN-10		
Prerrequisitos	El usuario debe estar registrado y autenticado en el sistema		
Datos de entrada	Ingresar y guardar los datos del usuario: - Temperatura (°C) Mínima: 60 Máxima: 80 - Humedad (%) Mínima: 5 Máxima: 8 - Peso (Kg): 20		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. El usuario se dirige al menú de navegación y selecciona configuración 3. El usuario selecciona los valores de temperatura y humedad 4. El usuario ingresa el valor del peso 5. El usuario guarda la configuración ingresada 		
Excepciones	Si el usuario intenta enviar datos inválidos, se mostrarán los siguientes mensajes de error: <ul style="list-style-type: none"> - Campos vacíos - El peso solo debe contener números enteros o decimales (ejemplo: 1, 1.0, 1.5). - El peso no puede ser menor o igual a 0. 		
Resultado esperado	El usuario puede guardar la configuración correctamente		
Repeticiones	2		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de configuración de parámetros
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 56.
Prueba de caja negra: Reportes

ID de prueba	CN-11
Nombre de la prueba	Visualización de reportes
Módulo	Reportes
Actores	Administrador / Empleado

ID de prueba	CN-11		
Descripción de la prueba	Verificar que el usuario pueda visualizar el listado de procesos de secado, seleccionar uno y acceder a sus detalles.		
Prerrequisitos	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario debe estar registrado y autenticado en el sistema - El sistema debe tener al menos un proceso de secado registrado 		
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Selección de un reporte del listado 		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. El usuario se dirige al menú de navegación y selecciona reportes 3. El usuario visualiza el listado de procesos de secado con su fecha y hora de inicio y finalización 4. El usuario selecciona un reporte del listado 5. El usuario visualiza los detalles del reporte seleccionado incluyendo el peso, duración, estado del proceso y una tabla de las lecturas de los sensores junto con el tiempo 		
Excepciones	Si no se ha registrado ningún reporte saldrá un mensaje de "No hay reportes disponibles"		
Resultado esperado	El usuario visualiza correctamente el listado de reportes y accede a los detalles del proceso de secado seleccionado		
Repeticiones	3		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si	No
		X	
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de visualización de reportes
Elaborado por: Las Autoras, 2024

Tabla 57.
Prueba de caja negra: Notificaciones

ID de prueba	CN-12
Nombre de la prueba	Notificaciones de alertas y finalización de procesos
Módulo	Notificación
Actores	Administrador / Empleado

ID de prueba	CN-12
Descripción de la prueba	<p>Validar que el sistema genere y muestre correctamente las notificaciones de alertas y de proceso finalizado a los usuarios.</p>
Prerrequisitos	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario debe estar registrado y autenticado en el sistema - Los valores de configuración de parámetros deben estar guardados previamente en el sistema - El prototipo debe estar conectado y en funcionamiento
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> - Valores de temperatura y humedad detectados por los sensores del prototipo
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa al sistema con un usuario y una contraseña válida 2. El usuario inicia el proceso de secado desde el módulo de control. 3. Durante el proceso, el sistema evalúa constantemente los valores de los sensores en comparación con los últimos límites configurados: <ul style="list-style-type: none"> • Si la temperatura excede o no alcanza los límites configurados, el sistema genera una notificación de alerta visible en el dispositivo móvil • Si la humedad se encuentra dentro del rango configurado, el sistema genera una notificación de proceso finalizado y apaga automáticamente el prototipo 4. El usuario puede visualizar las notificaciones generadas directamente desde su dispositivo móvil 5. El usuario accede al módulo de notificaciones desde el menú de navegación de la aplicación 6. El usuario puede observar todas las notificaciones de alertas y de finalización de procesos con sus respectivas fechas.
Excepciones	<ul style="list-style-type: none"> - Si la conexión con el prototipo se pierde durante el proceso, el sistema muestra un mensaje de error: "Conexión perdida con el prototipo". - Si el usuario no tiene guardada al menos una configuración de parámetros entonces las notificaciones no se van a generar durante el proceso

ID de prueba	CN-12		
Resultado esperado	El sistema genera y muestra al usuario correctamente las notificaciones de alertas y de finalización de procesos tanto en el dispositivo móvil como en el módulo de notificaciones de la aplicación.		
Repeticiones	8		
Resultado obtenido	Prueba exitosa	Si X	No
Observaciones	Ninguna		

Descripción de la prueba de caja negra de notificaciones de alertas y de finalización de procesos

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Anexo N° 23: Prueba de usabilidad

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN
PRUEBA DE USABILIDAD

Objetivo: Evaluar la facilidad de uso, diseño, funcionalidad y eficiencia del aplicativo móvil y del prototipo de secadora de cacao en la finca Calle, mediante pruebas de usabilidad con usuarios reales, quienes interactuarán con ambos sistemas, para la identificación de posibles mejoras, asegurando que cumpla con sus necesidades y expectativas.

Instrucciones: Marque la casilla según el grado de acuerdo que usted crea correcto sobre las características del aplicativo móvil y prototipo

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Neutro
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Tabla 58.
Formato de prueba de usabilidad

Prueba de usabilidad							
N° Prueba:	1	Fecha:	00/12/2024				
N° Descripción			1	2	3	4	5
Diseño							
1	La interfaz del aplicativo móvil es fácil de entender y usar.						
2	El diseño del aplicativo móvil se adapta correctamente a la pantalla del dispositivo utilizado.						
3	Los botones e iconos del aplicativo son claros y fáciles de identificar.						
4	La información sobre temperatura, humedad, tiempo y otros datos está bien organizada y es fácil de encontrar.						
5	El texto del aplicativo móvil es legible, con tamaños y colores adecuados.						
Funcionamiento							
6	Los datos de los sensores de temperatura y humedad se reflejan correctamente en el aplicativo móvil.						

Prueba de usabilidad

- 7 El botón para conectar el prototipo con el aplicativo móvil funciona correctamente y la conexión es estable.
- 8 El botón de encendido y apagado del prototipo en el aplicativo móvil funciona correctamente.
- 9 El aplicativo permite registrar nuevos usuarios y asignar roles sin dificultades.
- 10 Los parámetros de temperatura y humedad configurados en el aplicativo se reflejan correctamente en el funcionamiento del prototipo.
- 11 El motor mueve las paletas del prototipo de manera uniforme y eficiente durante el secado.
- 12 Las resistencias calóricas generan suficiente calor para cumplir con el proceso de secado de manera efectiva.
- 13 La duración, fechas y horarios de los procesos registrados en el aplicativo son precisos y corresponden a datos reales.

Eficiencia

- 14 Los datos del prototipo (temperatura, humedad) se actualizan en el aplicativo cada 10 minutos como se espera.
- 15 Las notificaciones de alertas y finalización del proceso se reciben a tiempo y son fáciles de entender

Observaciones Generales:**Desarrolladores:****Firmas:**

**Encargado de
realizar la prueba:****Firma:**

Anexo N° 24: Resultados de la prueba de usabilidad

Figura 32.

Prueba de usabilidad a la propietaria de la finca - Parte 1



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN
PRUEBA DE USABILIDAD**

Objetivo: Evaluar la facilidad de uso, diseño, funcionalidad y eficiencia del aplicativo móvil y del prototipo de secadora de cacao en la finca Calle, mediante pruebas de usabilidad con usuarios reales, quienes interactuarán con ambos sistemas, para la identificación de posibles mejoras, asegurando que cumpla con sus necesidades y expectativas.

Instrucciones: Marque la casilla según el grado de acuerdo que usted crea correcto sobre las características del aplicativo móvil y prototipo

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Neutro
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Tabla 1.
Formato de prueba de usabilidad

Prueba de usabilidad					
N° Prueba:	1	Fecha:	12/01/2025		
N° Descripción	1	2	3	4	5
Diseño					
1	La interfaz del aplicativo móvil es fácil de entender y usar.				X
2	El diseño del aplicativo móvil se adapta correctamente a la pantalla del dispositivo utilizado.				X
3	Los botones e iconos del aplicativo son claros y fáciles de identificar.				X
4	La información sobre temperatura, humedad, tiempo y otros datos está bien organizada y es fácil de encontrar.				X
5	El texto del aplicativo móvil es legible, con tamaños y colores adecuados.				X
Funcionamiento					
6	Los datos de los sensores de temperatura y humedad se reflejan correctamente en el aplicativo móvil.				X

Elaborado por: Las Autoras, 2025

Figura 33.
Prueba de usabilidad a la propietaria de la finca - Parte 2

Prueba de usabilidad					
7	El botón para conectar el prototipo con el aplicativo móvil funciona correctamente y la conexión es estable.				X
8	El botón de encendido y apagado del prototipo en el aplicativo móvil funciona correctamente.				X
9	El aplicativo permite registrar nuevos usuarios y asignar roles sin dificultades.				X
10	Los parámetros de temperatura y humedad configurados en el aplicativo se reflejan correctamente en el funcionamiento del prototipo.				X
11	El motor mueve las paletas del prototipo de manera uniforme y eficiente durante el secado.				X
12	Las resistencias calóricas generan suficiente calor para cumplir con el proceso de secado de manera efectiva.			X	
13	La duración, fechas y horarios de los procesos registrados en el aplicativo son precisos y corresponden a datos reales.				X
Eficiencia					
14	Los datos del prototipo (temperatura, humedad) se actualizan en el aplicativo cada 10 minutos como se espera.				X
15	Las notificaciones de alertas y finalización del proceso se reciben a tiempo y son fáciles de entender				X
Observaciones					
Generales:					
Desarrolladores:	Calle Karen Velez Julissa	Firmas:	Karen Calle. Julissa Velez		
Encargado de realizar la prueba:	Janneth Calle	Firma:	Janneth Calle		

Elaborado por: Las Autoras, 2025

Figura 34.
Prueba de usabilidad a una empleada de la finca - Parte 1



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA COMPUTACIÓN
PRUEBA DE USABILIDAD

Objetivo: Evaluar la facilidad de uso, diseño, funcionalidad y eficiencia del aplicativo móvil y del prototipo de secadora de cacao en la finca Calle, mediante pruebas de usabilidad con usuarios reales, quienes interactuarán con ambos sistemas, para la identificación de posibles mejoras, asegurando que cumpla con sus necesidades y expectativas.

Instrucciones: Marque la casilla según el grado de acuerdo que usted crea correcto sobre las características del aplicativo móvil y prototipo

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Neutro
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Tabla 1.
Formato de prueba de usabilidad

		Prueba de usabilidad				
Nº Prueba:	1	Fecha:	12/01/2025			
Nº	Descripción	1	2	3	4	5
Diseño						
1	La interfaz del aplicativo móvil es fácil de entender y usar.					X
2	El diseño del aplicativo móvil se adapta correctamente a la pantalla del dispositivo utilizado.					X
3	Los botones e iconos del aplicativo son claros y fáciles de identificar.					X
4	La información sobre temperatura, humedad, tiempo y otros datos está bien organizada y es fácil de encontrar.					X
5	El texto del aplicativo móvil es legible, con tamaños y colores adecuados.					X
Funcionamiento						
6	Los datos de los sensores de temperatura y humedad se reflejan correctamente en el aplicativo móvil.					X

Elaborado por: Las Autoras, 2025

Figura 35.
Prueba de usabilidad a una empleada de la finca - Parte 2

Prueba de usabilidad					
7	El botón para conectar el prototipo con el aplicativo móvil funciona correctamente y la conexión es estable.				X
8	El botón de encendido y apagado del prototipo en el aplicativo móvil funciona correctamente.				X
9	El aplicativo permite registrar nuevos usuarios y asignar roles sin dificultades.				X
10	Los parámetros de temperatura y humedad configurados en el aplicativo se reflejan correctamente en el funcionamiento del prototipo.				X
11	El motor mueve las paletas del prototipo de manera uniforme y eficiente durante el secado.				X
12	Las resistencias calóricas generan suficiente calor para cumplir con el proceso de secado de manera efectiva.			X	
13	La duración, fechas y horarios de los procesos registrados en el aplicativo son precisos y corresponden a datos reales.				X
Eficiencia					
14	Los datos del prototipo (temperatura, humedad) se actualizan en el aplicativo cada 10 minutos como se espera.				X
15	Las notificaciones de alertas y finalización del proceso se reciben a tiempo y son fáciles de entender				X
Observaciones					
Generales:					
Desarrolladores:	Calle Karen Velez Julissa	Firmas:	Karen Leulle. Julissa Velez		
Encargado de realizar la prueba:	Jennifer Gómez	Firma:	Jennifer Gómez B.		

Elaborado por: Las Autoras, 2025

Anexo N° 25: Evidencias del sistema**URL del video:**

https://drive.google.com/drive/folders/1_ykThzXz01czFXHp-HhYmiBe43vP5wp6?usp=sharing

APK:

<https://drive.google.com/drive/folders/1tLRDGXwFvPQaOAm64Iz1EvYJQwwWF0wL?usp=sharing>

Credenciales: Administrador

Usuario: Janneth20

Contraseña: Janneth123

Credenciales: Empleado

Usuario: Fabian12

Contraseña: Fabian123

APÉNDICES

Apéndice N° 1: Manual técnico

MANUAL TÉCNICO



SISTEMA DE SECADO DE GRANOS DE CACAO

VERSIÓN 1.0

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	144
ÍNDICE DE FIGURAS	145
1. INTRODUCCIÓN	146
2. APLICATIVO MÓVIL	146
2.1 Instalación y configuración del IDE	147
2.2 Creación del proyecto	147
2.3 Android Manifest	148
2.4 Backend y conexión con la base de datos	148
2.5 Dependencias necesarias.....	149
2.6 Programación de módulos	150
2.6.1 Inicio de sesión	150
2.6.2 Inicio o módulo de control	151
2.6.3 Gestión de usuarios	152
2.6.3.1. Crear usuario.....	152
2.6.3.1. Editar usuario.	153
2.6.3.2. Ver detalles del usuario.....	154
2.6.3.3. Eliminar usuario.....	154
2.6.4 Configuración.....	155
2.6.5 Reportes	156
2.6.6 Notificaciones.....	157
3. PROTOTIPO	158
3.1 Conexión.....	159
3.2 Configuración.....	161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Versión del IDE de Android Studio	147
Figura 2. Creación de un nuevo proyecto en Android Studio	147
Figura 3. AndroidManifest.xml del aplicativo	148
Figura 4. Base de datos del sistema	149
Figura 5. Archivos PHP en Visual Studio Code	149
Figura 6. Dependencias utilizadas en el proyecto	150
Figura 7. Fragmento de código del inicio de sesión	151
Figura 8. Fragmento de código del módulo de control	151
Figura 9. Fragmento de código del módulo de gestión.....	152
Figura 10. Fragmento de código del registro de usuario	153
Figura 11. Fragmento de código de editar usuario	153
Figura 12. Fragmento de código de ver detalles del usuario	154
Figura 13. Fragmento de código de la eliminación de usuario	155
Figura 14. Fragmento de código del módulo de configuración	155
Figura 15. Fragmento de código del módulo de reportes	156
Figura 16. Fragmento de código de los detalles del reporte.....	157
Figura 17. Fragmentos de código de Android y PHP para notificaciones.....	157
Figura 18. Versión del IDE de Arduino	158
Figura 19. Conexión del display LCD y puerto I2C	159
Figura 20. Conexión del led.....	159
Figura 21. Conexión del sensor dht11	160
Figura 22. Relé	160
Figura 23. Motor de 115v.....	160
Figura 24. Resistencias calóricas de 110v	161
Figura 25. Librerías utilizadas.....	161
Figura 26. Código para la configuración del Esp8266	162
Figura 27. Código para la configuración del Display LCD	162
Figura 28. Código para la configuración del led	162
Figura 29. Código para la configuración del sensor dht11	163
Figura 30. Código para la configuración del relé	163

1. INTRODUCCIÓN

El presente manual técnico tiene como propósito ser una guía detallada para el desarrollo y funcionamiento de un sistema automatizado de secado de granos de cacao, en el que integra un prototipo físico y una aplicación móvil. De tal modo que, este sistema ha sido diseñado para facilitar el proceso de secado de cacao ya que en comparación del método tradicional que depende exclusivamente de la intensidad de luz solar y puede prolongarse durante varios días para completarse, este sistema integra componentes electrónicos y mecánicos que automatizan el movimiento de los granos mediante un sistema de engranajes. También utiliza resistencias calóricas para generar calor y sensores para monitorear la temperatura y la humedad, mostrando esta información a través de un display LCD o mediante el aplicativo móvil, ya que la aplicación también facilita el encendido y apagado de la máquina y además proporciona reportes de los procesos de secado realizados.

Este manual está dirigido exclusivamente a técnicos, programadores y desarrolladores interesados en implementar este sistema y ofrecer soluciones tecnológicas en la agricultura. Aquí se detallan los recursos de hardware y software utilizados, así como las especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.

2. APLICATIVO MÓVIL

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizaron diversas herramientas y tecnologías que facilitaron su funcionamiento y desarrollo. A continuación, en la Tabla 1 se presenta los siguientes elementos:

Tabla 1.
Requisitos para el desarrollo del aplicativo móvil

Elemento	Descripción
Entorno de desarrollo	Android Studio Giraffe 2022.3.1
Lenguaje de programación	Java
Editor de texto	Visual Studio Code 1.95.3
Servidor web	Alwaysdata
Gestor FTP	FileZilla 3.68.1
Base de datos	MySQL
Lenguaje del servidor	PHP 7.4.33

Elemento	Descripción
Versión mínima de Android	Android 8.0 (API 26)

Elementos utilizados para el desarrollo de la app
Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.1 Instalación y configuración del IDE

La aplicación se desarrolló utilizando Android Studio, la versión Giraffe 2022.3.1, así como se observa en la Figura 1. Luego se realizó la descarga desde su página oficial, se la instaló y después se configuró el SDK Manager para incluir las versiones necesarias, dejando el entorno listo para iniciar el desarrollo.

Figura 1.
Versión del IDE de Android Studio

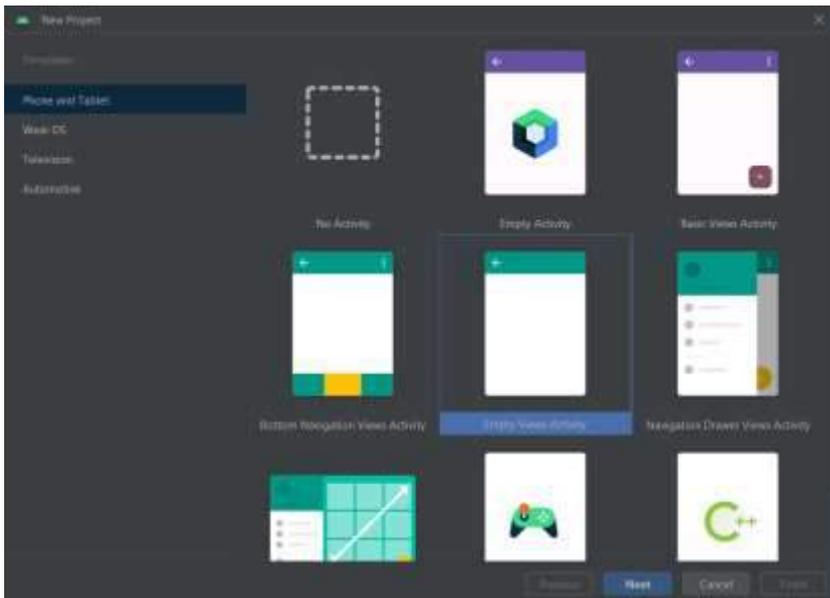


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.2 Creación del proyecto

En la Figura 2 se muestra cómo se inició el desarrollo en Android Studio, donde se creó un nuevo proyecto seleccionando primero la plantilla Empty Activity y configurando Java como lenguaje de programación con un SDK mínimo de Android 8.0 (API 26). Para la segunda actividad, se utilizó la plantilla Navigation Drawer Views Activity, que permitió implementar un menú de navegación lateral con fragmentos.

Figura 2.
Creación de un nuevo proyecto en Android Studio



Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.3 Android Manifest

En el archivo AndroidManifest.xml tal como se muestra Figura 3, se definieron los permisos necesarios y los servicios en segundo plano para el adecuado funcionamiento de la aplicación.

Figura 3.
AndroidManifest.xml del aplicativo

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools">

    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:dataExtractionRules="@xml/data_extraction_rules"
        android:fullBackupContent="@xml/backup_rules"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/Theme.SacadoraDeCacao"
        android:usesCleartextTraffic="true"
    />
</manifest>
```

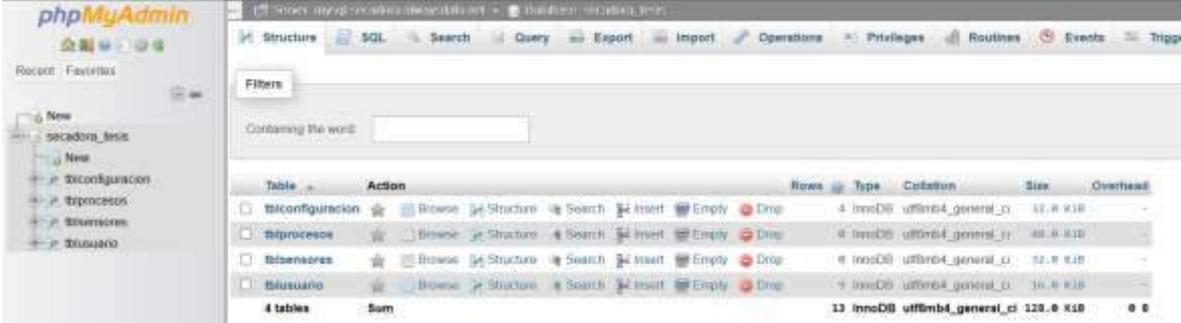
Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.4 Backend y conexión con la base de datos

El backend de la aplicación fue desarrollado en PHP, alojado en el servidor gratuito Alwaysdata, y creando una base de datos MySQL para gestionar y almacenar los datos del sistema, tal como se muestra en la Figura 4. Luego en la Figura 5 se muestra los archivos PHP que fueron codificados en Visual Studio Code procesan las solicitudes HTTP desde la app y estos archivos se subieron al servidor

mediante el software FileZilla, utilizando las credenciales proporcionadas por el servicio de hosting.

Figura 4.
Base de datos del sistema

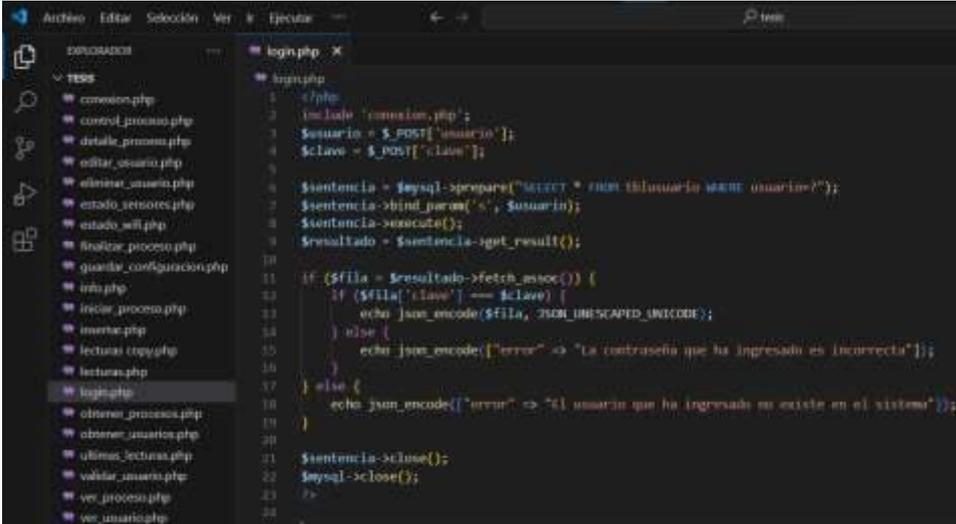


The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'tesis'. The left sidebar shows a tree view with folders for 'New', 'sesiones_tesis', 'New', 'tblconfiguracion', 'tblprocesos', 'tblsensores', and 'tblusuario'. The main area displays the 'Structure' tab for the 'tesis' database. A search filter is set to 'Containing the word:'. Below the filter is a table listing the database tables:

Table	Action	Rows	Type	Collation	Size	Overhead
tblconfiguracion	Structure	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	11.0 KiB	-
tblprocesos	Structure	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	48.0 KiB	-
tblsensores	Structure	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KiB	-
tblusuario	Structure	9	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KiB	-
4 tables	Sum	13	InnoDB	utf8mb4_general_ci	128.0 KiB	0 B

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 5.
Archivos PHP en Visual Studio Code



The screenshot shows the Visual Studio Code editor with a file explorer on the left containing a directory named 'TESIS' with various PHP files. The main editor window displays the code for 'login.php':

```

1 </php>
2 include 'conexion.php';
3 $usuario = $_POST['usuario'];
4 $clave = $_POST['clave'];
5
6 $sentencia = $mysqli->prepare("SELECT * FROM tblusuario WHERE usuario=?");
7 $sentencia->bind_param('s', $usuario);
8 $sentencia->execute();
9 $resultado = $sentencia->get_result();
10
11 if ($fila = $resultado->fetch_assoc()) {
12     if ($fila['clave'] === $clave) {
13         echo json_encode($fila, JSON_UNESCAPED_UNICODE);
14     } else {
15         echo json_encode(["error" => "La contraseña que ha ingresado es incorrecta"]);
16     }
17 } else {
18     echo json_encode(["error" => "El usuario que ha ingresado no existe en el sistema"]);
19 }
20
21 $sentencia->close();
22 $mysqli->close();
23 }
24

```

Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.5 Dependencias necesarias

Se incluyeron algunas dependencias en el archivo build.gradle para garantizar el funcionamiento correcto de la aplicación, tal como se muestra en la Figura 6. Entre ellas, se utilizó la librería Volley que facilitó la comunicación con el servidor a través de solicitudes HTTP hacia los archivos PHP.

Figura 6.
Dependencias utilizadas en el proyecto

```
dependencies {
    implementation("androidx.appcompat:appcompat:1.6.1")
    implementation("com.google.android.material:material:1.8.0")
    implementation("androidx.constraintlayout:constraintlayout:2.1.4")
    implementation("androidx.lifecycle:lifecycle-livedata-xt:2.6.1")
    implementation("androidx.lifecycle:lifecycle-viewmodel-xt:2.6.1")
    implementation("androidx.navigation:navigation-fragment:2.5.3")
    implementation("androidx.navigation:navigation-ui:2.5.3")
    implementation("androidx.legacy:legacy-support-v4:1.0.0")
    testImplementation("junit:junit:4.13.2")
    implementation("com.android.volley:volley:1.2.1")
    implementation("androidx.work:work-runtime:2.7.1")
    androidTestImplementation("androidx.test.ext:junit:1.1.5")
    androidTestImplementation("androidx.test.espresso:espresso-core:3.5.1")
}

dependencies {
    constraints {
        implementation("org.jetbrains.kotlin:kotlin-stdlib-jdk7:1.9.10") {
            because("kotlin-stdlib-jdk7 is now a part of kotlin-stdlib")
        }
        implementation("org.jetbrains.kotlin:kotlin-stdlib-jdk8:1.9.10") {
            because("kotlin-stdlib-jdk8 is now a part of kotlin-stdlib")
        }
    }
}
```

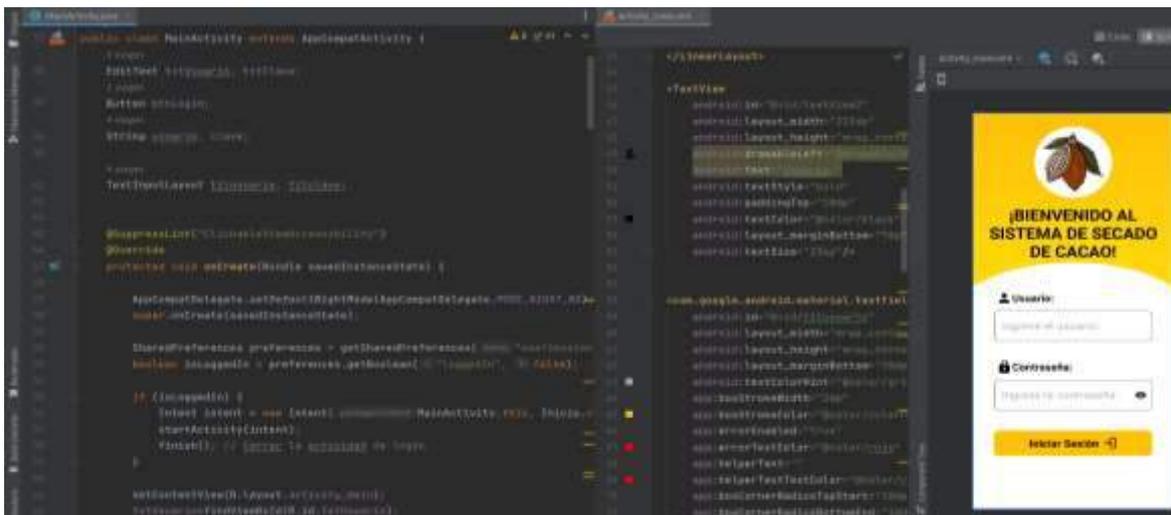
Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6 Programación de módulos

2.6.1 Inicio de sesión

Este módulo valida las credenciales enviando una solicitud HTTP al backend, En la Figura 7 se muestra que se utilizó TextInputLayout para los campos de usuario y contraseña. Además, para mantener la sesión activa después de cerrar la app se empleó SharedPreferences para almacenar estos datos y al cerrar sesión se eliminan las credenciales almacenadas y el usuario es redirigido a la pantalla de inicio de sesión.

Figura 7.
Fragmento de código del inicio de sesión

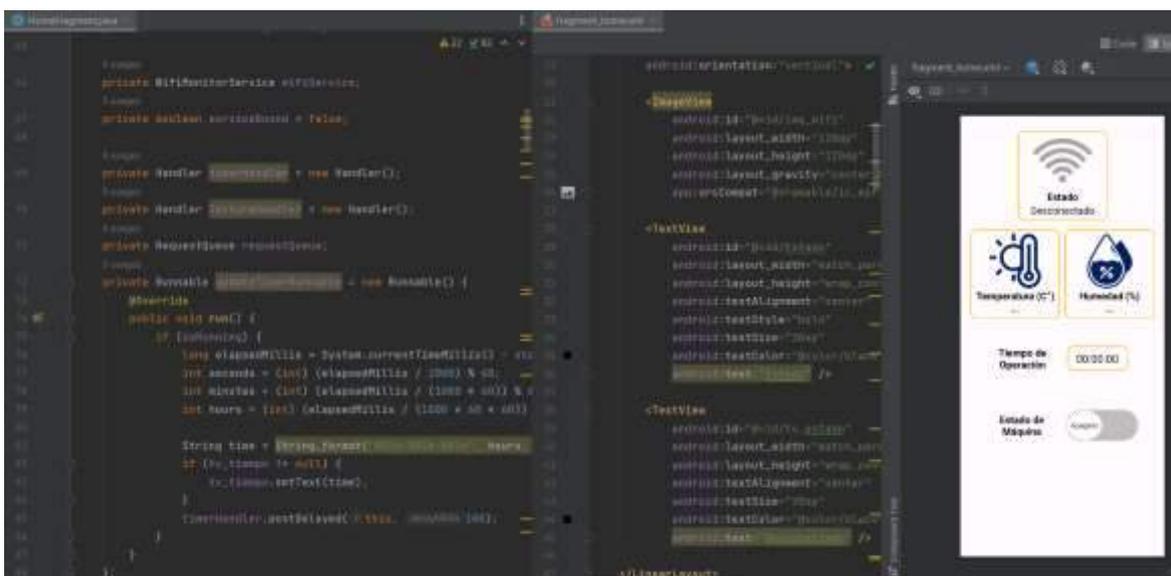


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.2 Inicio o módulo de control

En la Figura 8 se presenta el código y los elementos incluidos en este módulo, como íconos para el WiFi, la temperatura y la humedad, además se agregó un cronómetro utilizando un Handler, así como un switch para encender o apagar el prototipo, lo que permite enviar señales al módulo ESP8266 para activar o desactivar el sistema. También se utilizó la clase InetAddress para realizar ping al ESP8266 junto con un Runnable y un Handler para actualizar periódicamente los datos de los sensores y verificar la conexión con el microcontrolador.

Figura 8.
Fragmento de código del módulo de control

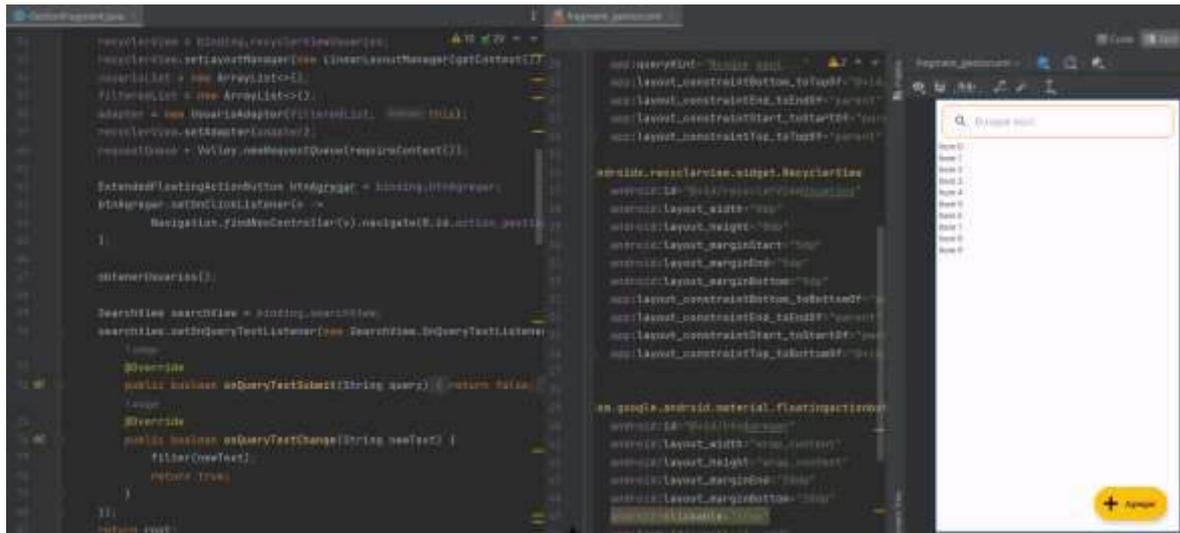


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.3 Gestión de usuarios

En la Figura 9 se muestra que se utilizó un RecyclerView para mostrar el listado de usuarios registrados que solo está accesible para administradores y además se incluyó un SearchView para búsquedas y un FloatingActionButton que redirige al usuario al registro de nuevos usuarios.

Figura 9.
Fragmento de código del módulo de gestión



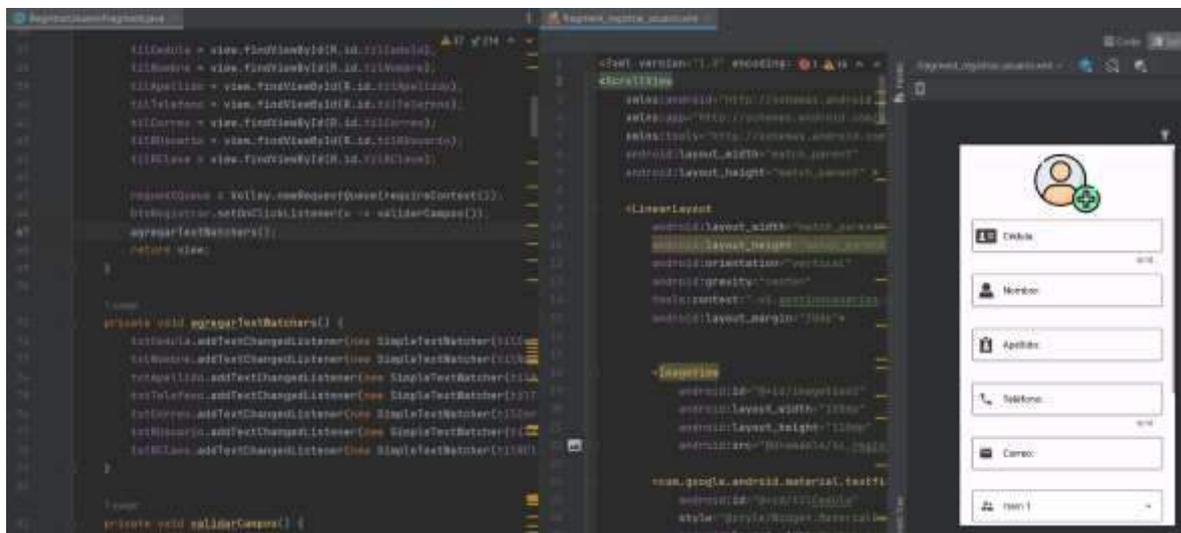
Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.3.1. Crear usuario.

En la

Figura 10 se muestra el formulario de registro de usuarios en donde se emplearon TextInputLayout con TextWatcher para validaciones dinámicas, expresiones regulares para datos correctos y un spinner para seleccionar el cargo, estos datos se envían al servidor mediante una solicitud HTTP POST usando volley.

Figura 10.
Fragmento de código del registro de usuario

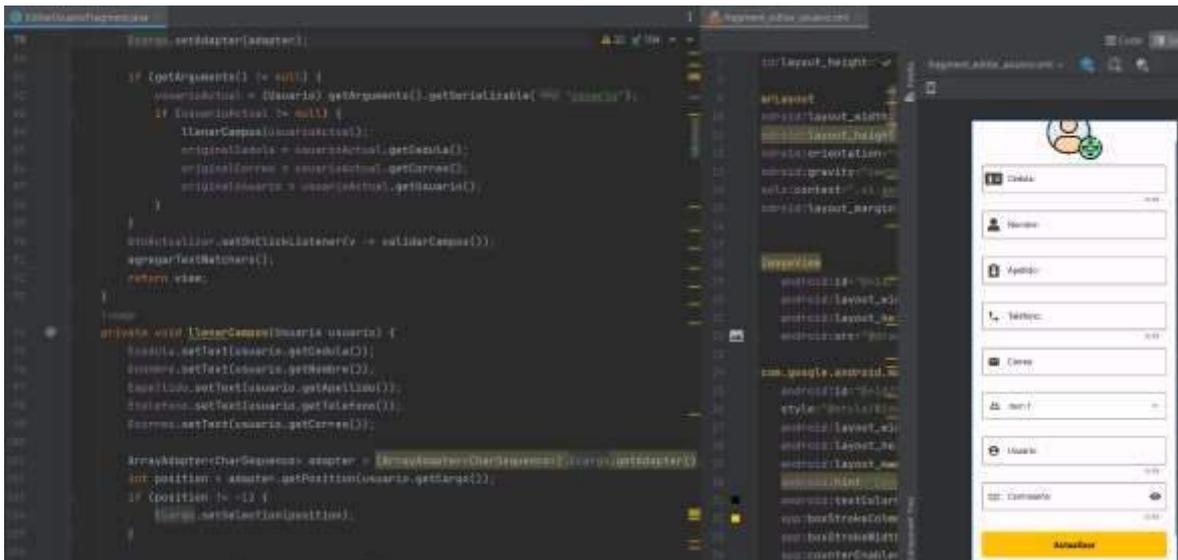


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.3.1. Editar usuario.

En esta sección, se programó de manera similar al de registro, pero aquí los campos se llenan automáticamente con los datos del usuario seleccionado mediante el método `llenarCampos(Usuario usuario)`, tal como se muestra en la Figura 11, el cual recibe la información del usuario en un objeto `Usuario` y la asigna a los campos de la interfaz.

Figura 11.
Fragmento de código de editar usuario



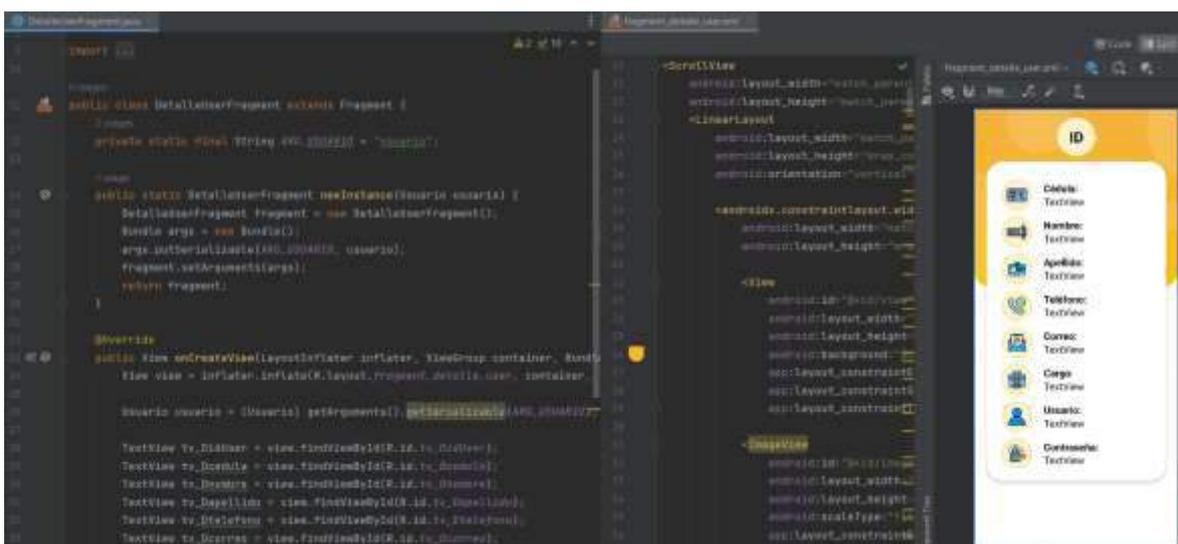
Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.3.2. Ver detalles del usuario.

En la Figura 12 se muestra que se utilizó un ScrollView, TextViews complementados con ImageViews para mejorar la presentación de la información del usuario en la interfaz. Además, para obtener los detalles del usuario seleccionado desde el servidor se realizó una solicitud HTTP GET utilizando JsonObjectRequest de la librería Volley.

Figura 12.

Fragmento de código de ver detalles del usuario



Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.3.3. Eliminar usuario.

En este apartado se desarrolló para que cuando el administrador pulse en el botón eliminar, aparezca un diálogo de confirmación con opciones de sí y no, tal como se ve en la Figura 13. De tal modo que, si el usuario confirma, se envía una solicitud POST al servidor para eliminar el registro por medio del id, caso contrario el diálogo se cierra sin realizar ninguna acción.

Figura 13.
Fragmento de código de la eliminación de usuario

```

10 private void eliminarUsuario(Usuario usuario) {
11     RequestQueue queue = Volley.newRequestQueue(requireContext());
12     StringRequest stringRequest = new StringRequest(Request.Method.POST, URL_ELIMINAR,
13         response -> {
14             mostrarAlertaDialogo("¿Está seguro de que desea eliminar al usuario?",
15                 dialogAdvertencia);
16             if (listener != null) {
17                 listener.onUsuarioEliminado();
18             }
19         },
20         error -> Toast.makeText(requireContext(), R.string.error_al_eliminar_usuario, Toast.LENGTH_SHORT).show()
21     );
22     queue.add(stringRequest);
23 }
24
25 @Override
26 protected Map<String, String> getParams() {
27     Map<String, String> params = new HashMap<>();
28 }
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

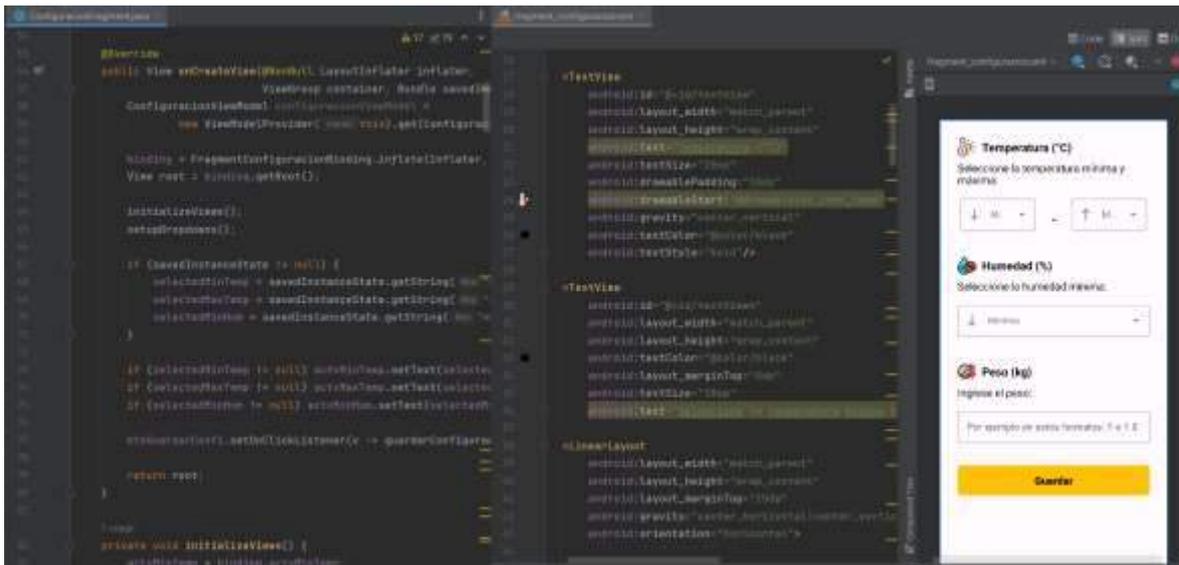
```

Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.4 Configuración

En este módulo se utilizó TextInputLayout con AutoCompleteTextView para que el usuario pueda seleccionar los valores predefinidos en un String-Array, así como se muestra en la Figura 14 y también se colocó un campo para el peso empleando TextWatcher para el manejo de los errores de manera dinámica

Figura 14.
Fragmento de código del módulo de configuración

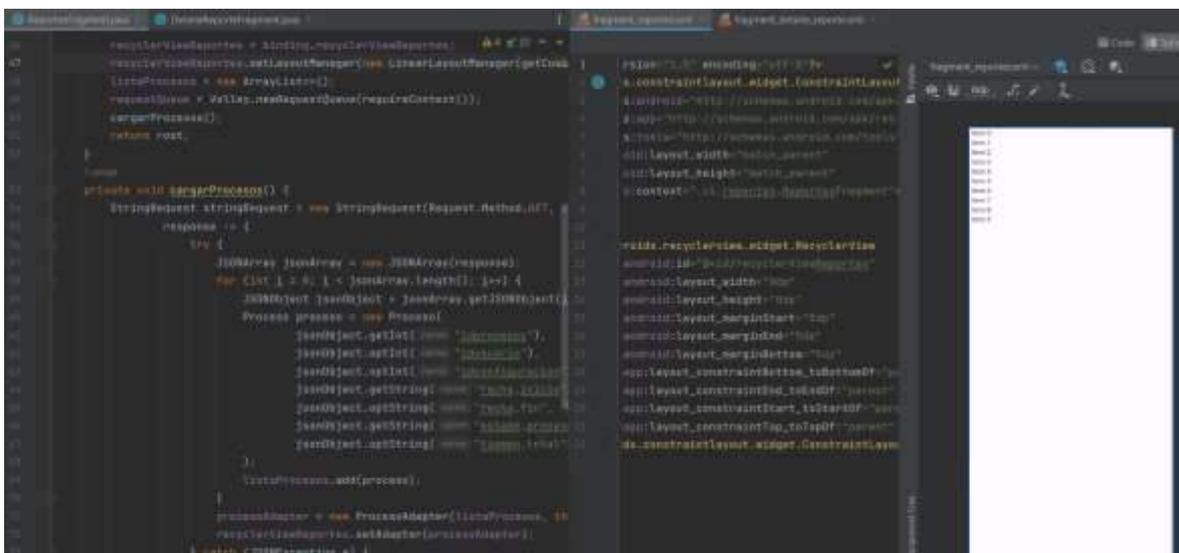


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.5 Reportes

En la Figura 15 se muestra que también se utilizó un RecyclerView para mostrar el listado de los procesos de secado registrados, incluyendo la fecha y hora de inicio y finalización

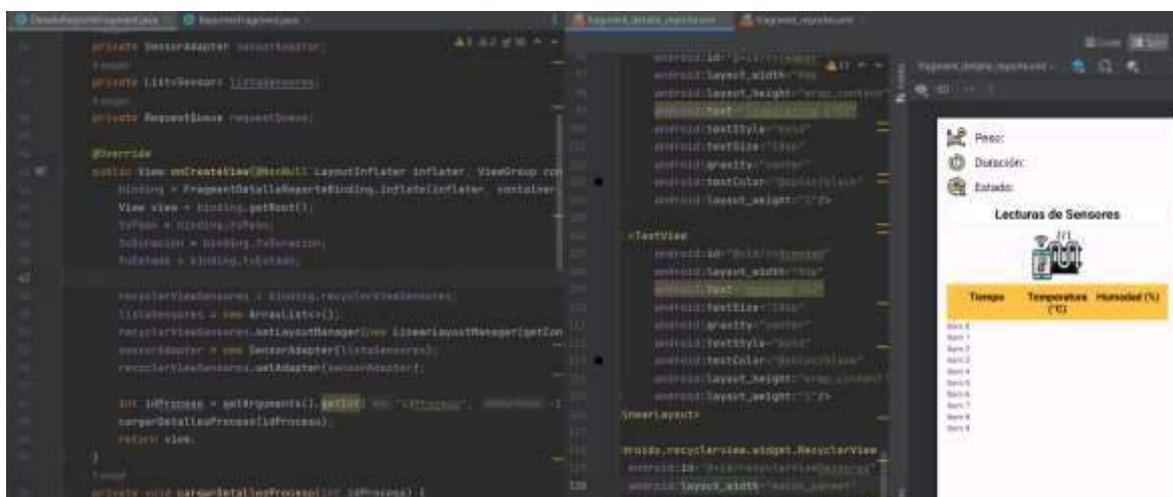
Figura 15.
Fragmento de código del módulo de reportes



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Y en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se muestra la interfaz que aparece al seleccionar un proceso del listado, en donde se presenta sus detalles incluyendo las lecturas de los sensores.

Figura 16.
Fragmento de código de los detalles del reporte

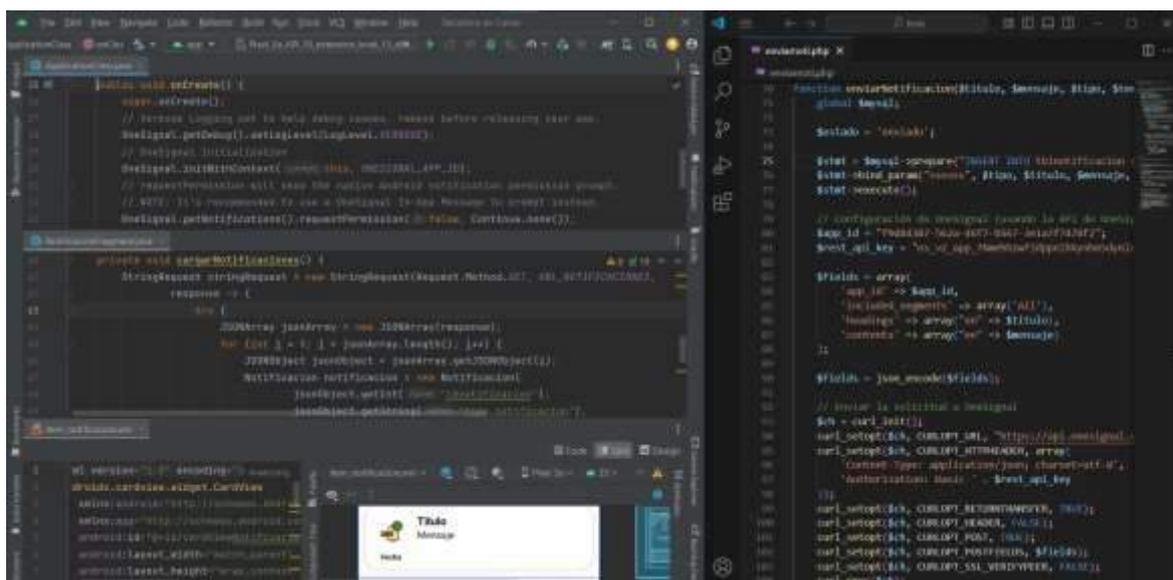


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6.6 Notificaciones

La Figura 17 muestra la implementación de notificaciones push en la aplicación móvil utilizando OneSignal. En donde se desarrolló un archivo PHP para enviar las notificaciones y registrarlas en la base de datos. Luego en la interfaz de este módulo se empleó un RecyclerView para mostrar en listado las notificaciones enviadas de forma organizada.

Figura 17.
Fragmentos de código de Android y PHP para notificaciones



Elaborado por: Las Autoras, 2024

3. PROTOTIPO

Para la construcción del circuito se utilizaron diferentes componentes electrónicos, así como también se hizo uso de una herramienta para realizar su configuración. A continuación, se detallan en la Tabla 2. *Requisitos para la construcción del circuito* cada uno de estos componentes:

Tabla 2.
Requisitos para la construcción del circuito

Elemento	Descripción
Entorno de desarrollo	Arduino 1.8.2
Lenguaje de programación	C++
Microcontrolador	NodeMCU Esp8266
Sensor de temperatura	Termocupla tipo K
Sensor de humedad	Dht11
Dispositivo interruptor	Relés
Display LCD	Display 16x2
Cables de conexión	Jumpers
Resistencias	220Ohm
Foco led	Led rojo
Módulo de comunicación serial	I2C
Motor	115v
Resistencias eléctricas	110v

Elementos utilizados para la construcción del circuito
Elaborado por: Las autoras, 2024

Antes de realizar la conexión de todos los componentes se debe realizar la instalación del IDE de Arduino, la versión utilizada para la programación de este circuito es la 1.8.2.

Figura 18.
Versión del IDE de Arduino

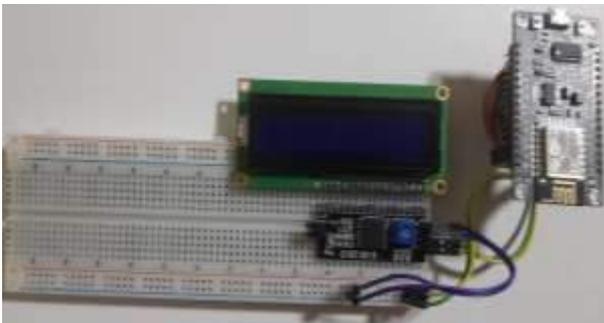


Elaborado por: Las Autoras, 2024

3.1 Conexión

Para realizar la integración de todos los componentes se debe iniciar conectando los pines VV para positivo y GND para negativo del microcontrolador NodeMCU ESP8266 a su respectiva línea en la protoboard. Luego se debe conectar el puerto de comunicación serial I2C al display lcd, después se va a conectar los pines GND y VCC respectivamente a la protoboard, también se deben conectar los puertos seriales SDA y SCL a 2 puertos digitales del microcontrolador utilizado.

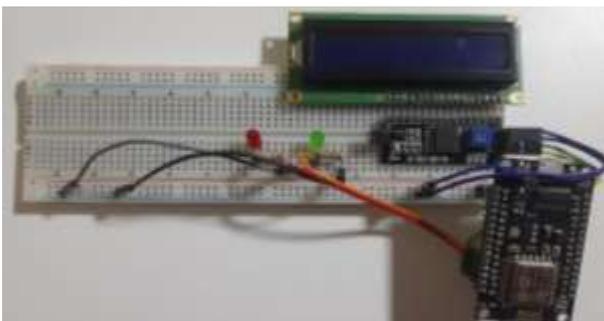
Figura 19.
Conexión del display LCD y puerto I2C



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Después se debe conectar el led a la protoboard y al microcontrolador haciendo uso de resistencias de 220 Ohm para evitar quemarlo.

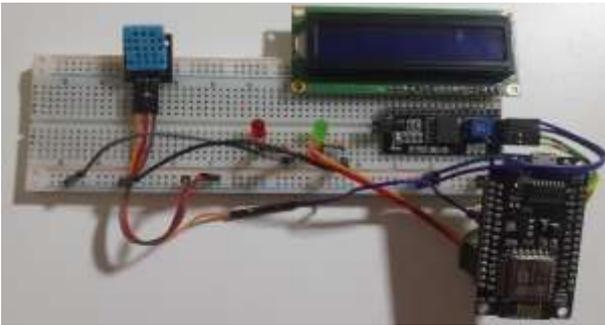
Figura 20.
Conexión del led



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Lo siguiente a realizar es la conexión de los sensores de temperatura y humedad al microcontrolador y a la protoboard.

Figura 21.
Conexión del sensor dht11



Elaborado por: Las Autoras, 2024

A continuación, se debe realizar la conexión del módulo relé al microcontrolador y al protoboard, luego se debe realizar la conexión del motor y las resistencias calóricas a los puertos de comunicación del relé.

Figura 22.
Relé

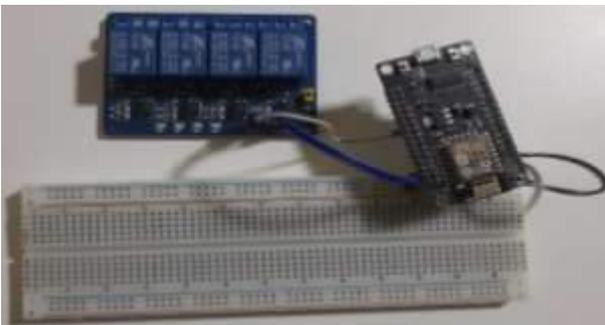


Figura 23.
Motor de 115v



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Figura 24.
Resistencias calóricas de 110v



Elaborado por: Las Autoras, 2024

3.2 Configuración

Una vez lista las conexiones se debe realizar la programación para el control de los distintos componentes, para la cual se deben instalar ciertas librerías. Las librerías incluidas tienen funciones específicas: Wire.h permite la comunicación I2C para interactuar con dispositivos como la pantalla LCD controlada por LiquidCrystal_I2C.h; DHT.h facilita la lectura de temperatura y humedad del sensor DHT11; ESP8266WiFi.h conecta el ESP8266 a redes WiFi, mientras WiFiClient.h gestiona conexiones TCP/IP, y ESP8266HTTPClient.h permite realizar solicitudes HTTP (GET/POST) para enviar o recibir datos desde un servidor.

Figura 25.
Librerías utilizadas

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
```

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Con este fragmente de código se puede realizar la conexión del ESP8266 a una red WiFi y muestra en el monitor serial el estado de la conexión y la dirección IP.

Figura 26.
Código para la configuración del Esp8266

```
// Datos de conexión WiFi
const char* ssid = "TuSSID";
const char* password = "TuClave";

void setup() {
  // Inicialización del monitor serial
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Iniciando conexión WiFi...");

  // Conectar a la red WiFi
  WiFi.begin(ssid, password);

  // Esperar hasta que se conecte al WiFi
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Conectando...");
  }

  // Confirmar conexión
  Serial.println("Conectado a la red WiFi!");
  Serial.print("Dirección IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP()); // Mostrar la dirección IP obtenida
}

```

Elaborado por: Las Autoras, 2024

En este se muestra la programación básica para inicializar la pantalla y mostrar un mensaje de prueba en sus dos filas.

Figura 27.
Código para la configuración del Display LCD

```
// Configuración de la pantalla LCD I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Dirección I2C: 0x27, 16 columnas, 2 filas

void setup() {
  // Inicializar la pantalla LCD
  lcd.init();
  lcd.backlight(); // Activar la retroiluminación

  // Mostrar mensajes básicos en la pantalla
  lcd.setCursor(0, 0); // Posicionar el cursor en la primera fila, primera columna
  lcd.print("Hola, Mundo!"); // Imprimir en la primera fila
  lcd.setCursor(0, 1); // Posicionar el cursor en la segunda fila
  lcd.print("LCD funcionando"); // Imprimir en la segunda fila
}

```

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Aquí se presenta el código para configurar el funcionamiento del LED de color rojo.

Figura 28.
Código para la configuración del led

```

// Configuración de pin para el LED
#define LED_ROJO D3 // Pin del LED rojo

void setup() {
  // Configurar el pin del LED como salida
  pinMode(LED_ROJO, OUTPUT);

  // Inicializar el estado del LED
  digitalWrite(LED_ROJO, LOW); // LED rojo apagado
}

```

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Por otra parte, aquí se detalla el código para configurar y leer la temperatura y humedad del sensor DHT1.

Figura 29.
Código para la configuración del sensor dht11

```

// Configuración del sensor DHT11
#define DHTPIN D7 // Pin donde está conectado el DHT11
#define DHTTYPE DHT11 // Tipo de sensor
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(115200); // Inicialización del monitor serial
  dht.begin(); // Inicialización del sensor DHT11
  Serial.println("Iniciando lectura del DHT11...");
}

void loop() {
  // Leer la humedad y la temperatura
  float humedad = dht.readHumidity();
  float temperatura = dht.readTemperature();
}

```

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Aquí se presenta el código para configurar el funcionamiento del relé.

Figura 30.
Código para la configuración del relé

```
// Configuración de pines para los relés
#define RELAY1 D5 // Pin del relé 1
#define RELAY2 D6 // Pin del relé 2

void setup() {
  // Configurar los pines de los relés como salida
  pinMode(RELAY1, OUTPUT);
  pinMode(RELAY2, OUTPUT);

  // Inicializar el estado de los relés
  digitalWrite(RELAY1, HIGH); // Relé 1 apagado (activo en LOW)
  digitalWrite(RELAY2, HIGH); // Relé 2 apagado (activo en LOW)
}
```

Elaborado por: Las Autoras, 2024

Apéndice N° 2: Manual de usuario

MANUAL DE USUARIO



SISTEMA DE SECADO DE GRANOS DE CACAO

VERSIÓN 1.0

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	166
ÍNDICE DE FIGURAS	167
1. INTRODUCCIÓN	168
2. APLICATIVO MÓVIL	168
2.1 Descarga del APK.....	168
2.2 Instalación del APK.....	168
2.3 Interfaz de inicio de sesión.....	170
2.4 Interfaz de Inicio/control	170
2.5 Establecer conexión WIFI	171
2.6 Interfaz de navegación.....	172
2.7 Interfaz de gestión de usuario.....	172
2.7.1 Registro de usuario.....	172
2.7.2 Gestión de usuario/Ver	173
2.7.3 Gestión de usuario/Editar	174
2.7.4 Gestión de usuario/Eliminar	174
2.8 Interfaz de configuración.....	175
2.9 Encendido/Apagado.....	176
2.10 Interfaz de reportes.....	176
2.11 Interfaz de notificaciones	177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Código QR para instalar APK.....	168
Figura 2. Mensaje de alerta del sistema Android.....	169
Figura 3. Instalación del APK	169
Figura 4. Instalación exitosa del APK.....	169
Figura 5. Icono y nombre del APK.....	170
Figura 6. Inicio de sesión.....	170
Figura 7. Inicio/control	171
Figura 8. Conexión WIFI.....	171
Figura 9. Menú de navegación	172
Figura 10. Gestión de usuario/registro	173
Figura 11. Ver usuario	173
Figura 12. Editar usuario	174
Figura 13. Eliminar usuario.....	175
Figura 14. Configuración de parámetros	175
Figura 15. Encendido del sistema de secado	176
Figura 16. Reportes del proceso de secado	177
Figura 17. Notificaciones de alerta y finalización de proceso	178

1. Introducción

El prototipo de secador de granos de cacao es una solución tecnológica diseñada para optimizar el proceso de secado. Utiliza sensores de temperatura y humedad, resistencias calóricas, y un display LCD para monitorear y controlar el sistema en tiempo real. Incluye conectividad WiFi con un módulo ESP8266, permitiendo enviar información a una aplicación móvil para facilitar la gestión remota y registrar datos en una base de datos MySQL. El presente manual tiene como objetivo guiar al usuario en el correcto uso, mantenimiento y aprovechamiento de este prototipo, asegurando una operación eficiente y confiable para mejorar la calidad y reducir el tiempo de secado de los granos de cacao.

2. Aplicativo móvil

2.1 Descarga del APK

Para poder descargar el aplicativo móvil es necesario tener acceso al siguiente enlace de descarga o al código QR.

<https://drive.google.com/drive/folders/1tLRDGXwFvPQaOAm64Iz1EvYJQw-wWF0wL>

Figura 1.
Código QR para instalar APK

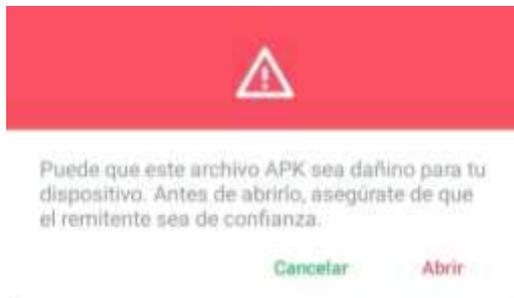


2.2 Instalación del APK

Luego de descargar el APK en el dispositivo móvil se procede a instalarlo, durante este proceso en la pantalla se mostrará un mensaje de alerta del sistema Android debido a que la aplicación no se está instalando desde un lugar seguro como la Play Store. La aplicación ha sido creada bajo estándares de seguridad,

asegurando la protección del dispositivo y la privacidad del usuario. Por tal motivo, se invita a instalarla y disfrutar plenamente de sus funcionalidades.

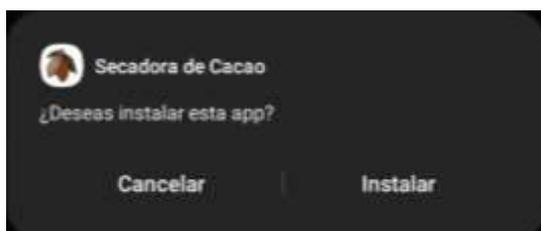
Figura 2.
Mensaje de alerta del sistema Android



Elaborado por: Las Autoras, 2024

En la alerta mostrada se debe presionar abrir para continuar con el proceso. Luego de esto se mostrará un cuadro donde se procede a instalar el APK.

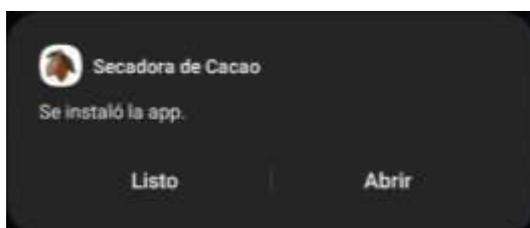
Figura 3.
Instalación del APK



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Una vez finalizado el proceso de instalación se mostrará un mensaje que indica que la aplicación fue instalada correctamente.

Figura 4.
Instalación exitosa del APK



Elaborado por: Las Autoras, 2024

Luego de haber instalado el APK la aplicación se mostrará con el nombre “Secadora de cacao” y con siguiente icono.

Figura 5.
Icono y nombre del APK

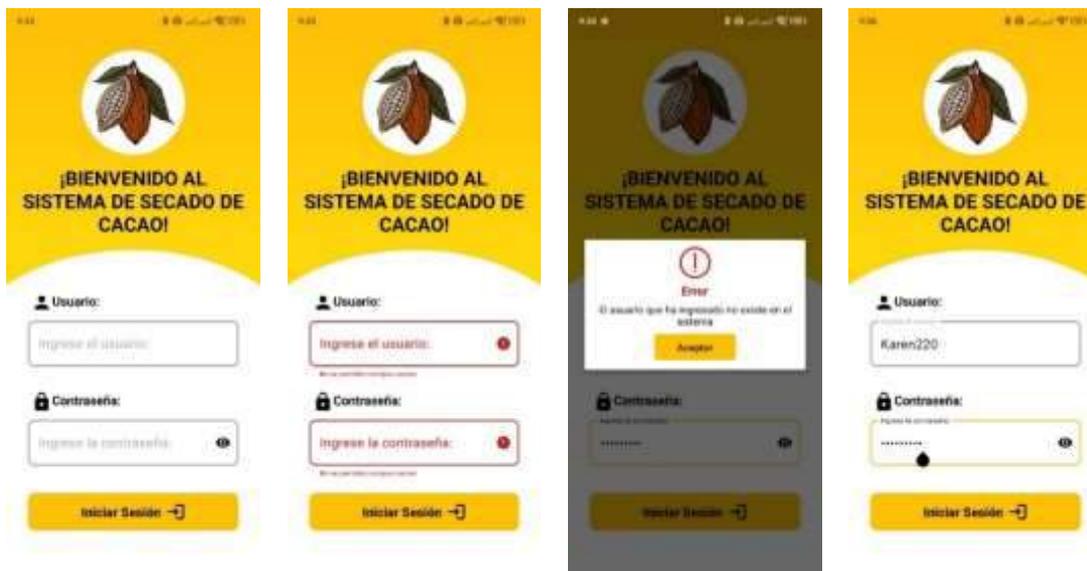


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.3 Interfaz de inicio de sesión

En esta interfaz se muestran campos en los cuales debe ingresar las credenciales de inicio de sesión previamente registrados en la base de datos. Si se trata de ingresar y los campos están vacíos se mostrarán mensajes que lo indiquen, así como también si el usuario o la contraseña son incorrectos se mostrará un mensaje de error indicándolo. Una vez ingresados los datos correctos se podrá acceder al sistema de secado de cacao.

Figura 6.
Inicio de sesión

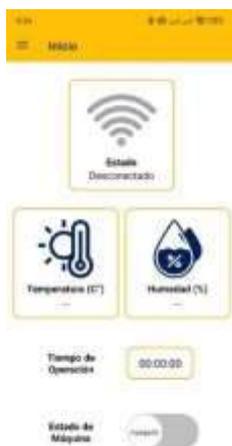


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.4 Interfaz de Inicio/control

En esta interfaz se muestra un icono de conexión WIFI, y el espacio donde se mostrarán los datos de temperatura y humedad del secador, también se muestra un recuadro en el cual se verá reflejado el tiempo de funcionamiento del prototipo, en la parte inferior está ubicado un botón para encender o apagar el sistema de secado.

Figura 7.
Inicio/control

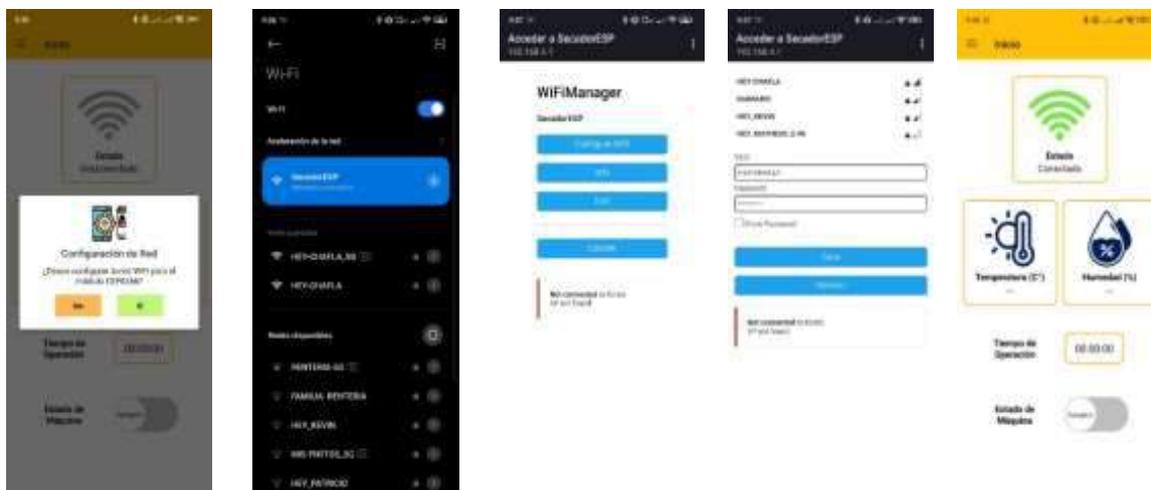


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.5 Establecer conexión WIFI

Para establecer conexión por primera vez se debe pulsar el ícono y luego se mostrará un mensaje de consulta sobre si se quiere configurar el módulo WIFI, luego de esto el aplicativo redireccionará hasta los ajustes de WIFI del dispositivo móvil en el cual se deberá seleccionar la red generada por el módulo ESP8266 el cual aparece con el nombre “SecadorESP”, después se abrirá una nueva pantalla en la cual se debe seleccionar “configuración WiFi”, en la siguiente pantalla se deben ingresar las credenciales de la red con la cual se quiere establecer conexión y posteriormente guardar esta configuración, luego de esto en la interfaz de inicio/control del APK se verá reflejada la conexión WIFI del ESP8266.

Figura 8.
Conexión WIFI



Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.6 Interfaz de navegación

En esta interfaz, se muestra un menú desplegable del lateral izquierdo de la pantalla en la cual se muestran el nombre del usuario y el cargo que se le fue asignado, debajo de esto se muestran las diferentes interfaces a las cuales el usuario puede acceder, así como también la opción de cerrar sesión.

Figura 9.
Menú de navegación



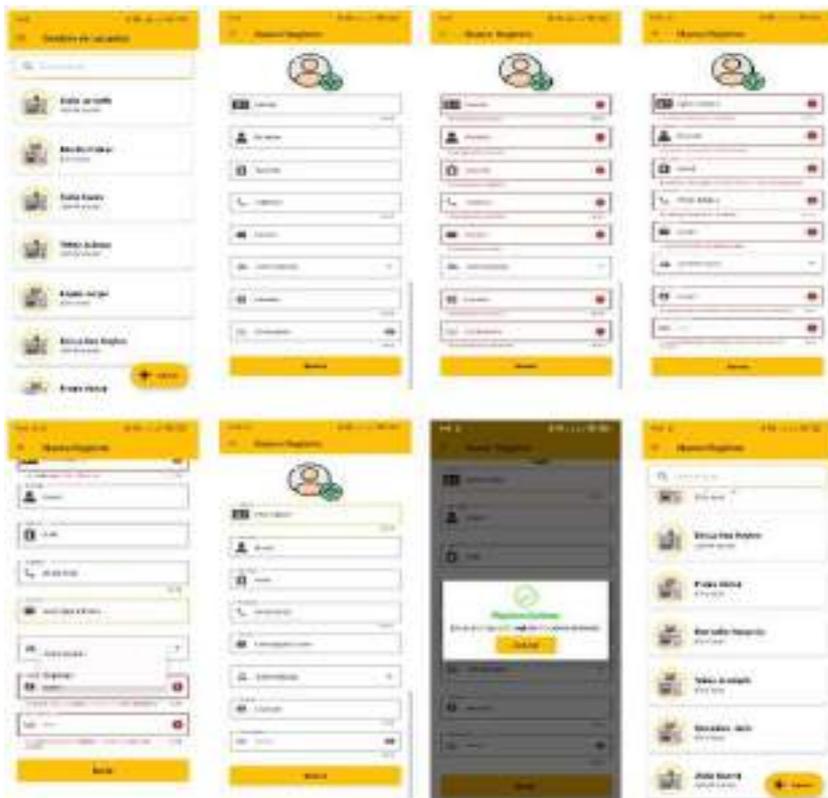
Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.7 Interfaz de gestión de usuario

2.7.1 Registro de usuario

En esta interfaz lo primero que se puede observar en la lista de todos los usuarios registrados en el sistema así como también el cargo que se le fue asignado, en la parte inferior derecha se observa un botón que dice agregar en el cual se puede registrar nuevos usuarios, al seleccionar este botón se abrirá una pantalla en el cual se muestran todos los campos que deben ser llenados para poder registrar un nuevo usuario entre los cuales se encuentran cédula, nombre, cargo, usuario y contraseña, estos campos se encuentran validados para que no se puedan registrar campos vacíos o valores numéricos donde no corresponden, las validaciones tampoco permiten que se registren datos repetidos como un mismo correo o cédula. Una vez ingresados correctamente todos los datos del nuevo usuario y registrarlo se presentará un mensaje que indica el registro exitoso del nuevo usuario, luego de esto se verá reflejado en la lista de usuarios registrados.

Figura 10.
Gestión de usuario/registro

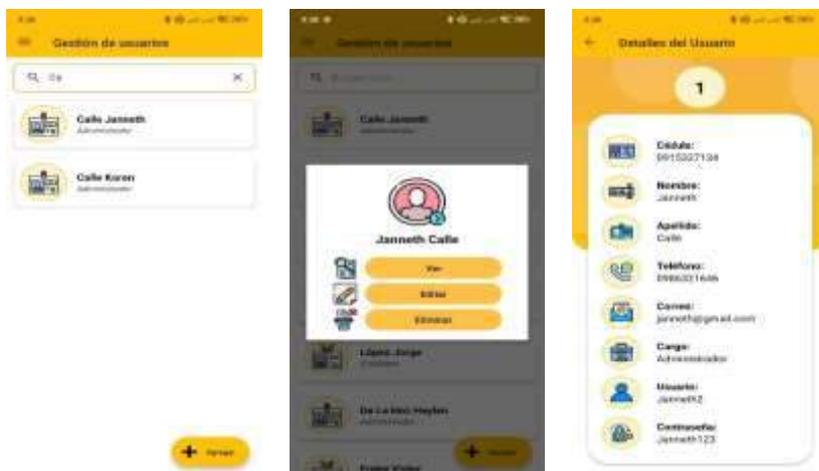


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.7.2 Gestión de usuario/Ver

Para poder visualizar los datos de algún usuario debemos ubicarlo dentro de la lista o hacer uso del buscador, luego de esto se debe seleccionar el usuario e ingresar en “ver”, en la siguiente interfaz se podrán observar todos los datos registrados del usuario.

Figura 11.
Ver usuario

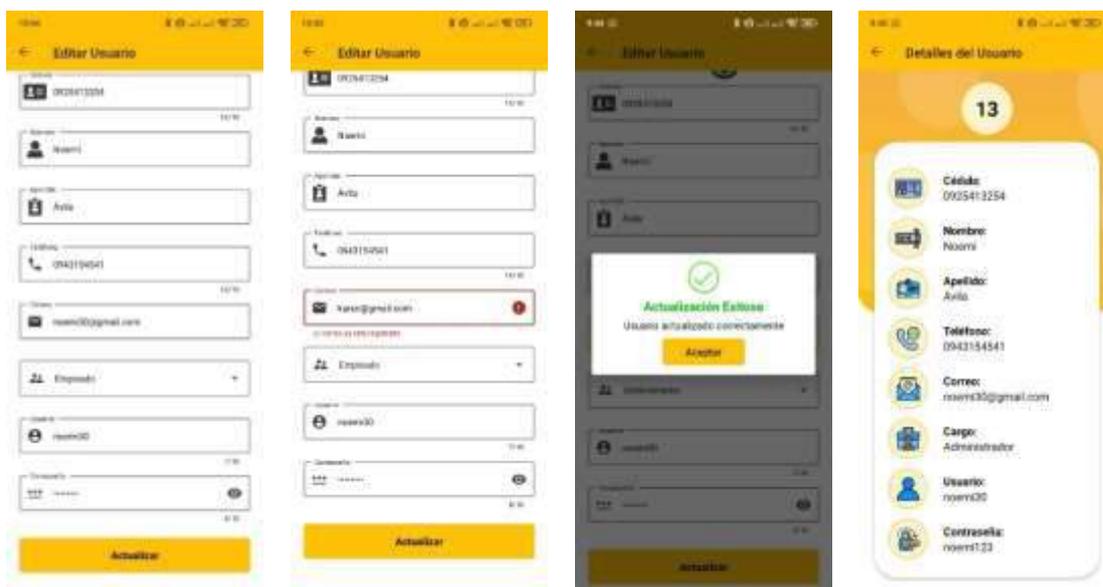


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.7.3 Gestión de usuario/Editar

Para editar los datos de un usuario se deben seguir los mismos pasos que para visualizar el usuario, pero ahora eligiendo la opción “Editar”, en esta pantalla se mostrarán todos los campos al igual que cuando se registraron, aquí se podrán cambiar todos los datos registrado pero siguiendo los parámetros establecidos en las validaciones de los campos como por ejemplo no repetir datos ya registrados en la base de datos, luego de haber editado todos los datos necesarios se debe presionar en el botón “Actualizar”, posteriormente se mostrará un mensaje que indica la actualización exitosa de los datos. Para poder comprobar la actualización de los datos solo basta con buscar el usuario e ingresar en ver y se mostraran los datos completos y actualizados.

Figura 12.
Editar usuario

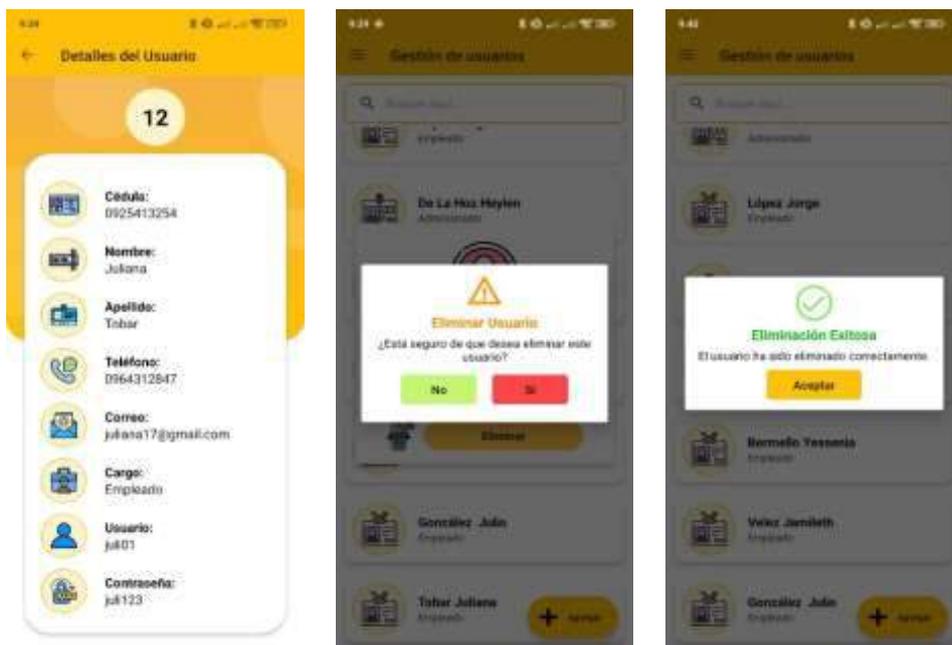


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.7.4 Gestión de usuario/Eliminar

Para poder eliminar un usuario se debe buscar dicho usuario y elegir la opción eliminar y automáticamente se mostrará un cuadro con una pregunta sobre la eliminación del usuario, para eliminarlo se debe seleccionar “si” y luego saldrá un mensaje que indica que el usuario fue eliminado correctamente.

Figura 13.
Eliminar usuario

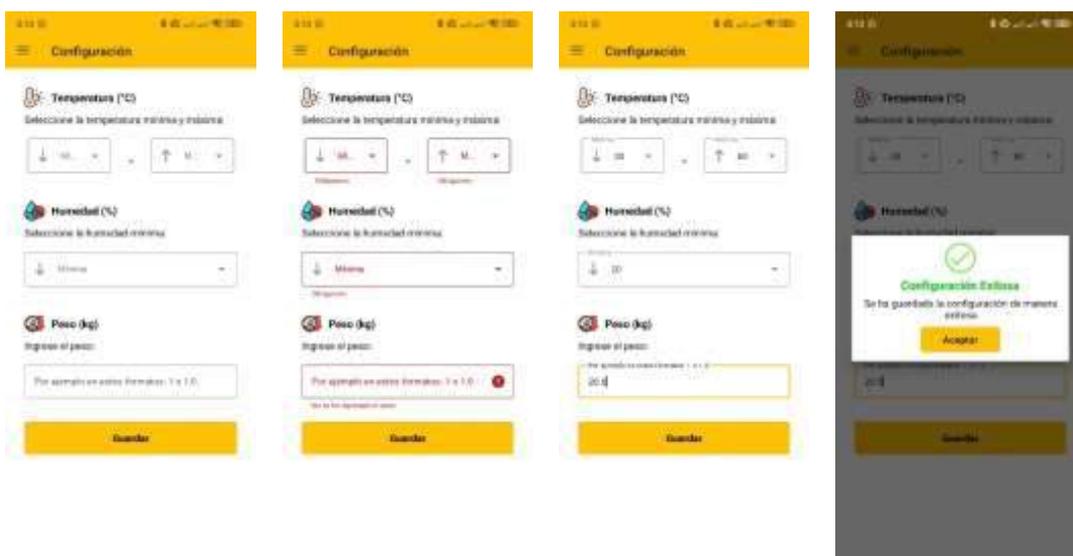


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.8 Interfaz de configuración

En esta interfaz se muestran los campos para la configuración de parámetros de temperatura y humedad en forma de listas desplegables, así como también un campo para ingresar el peso de cacao que se está poniendo a secar para futuras consultas de datos de secado.

Figura 14.
Configuración de parámetros

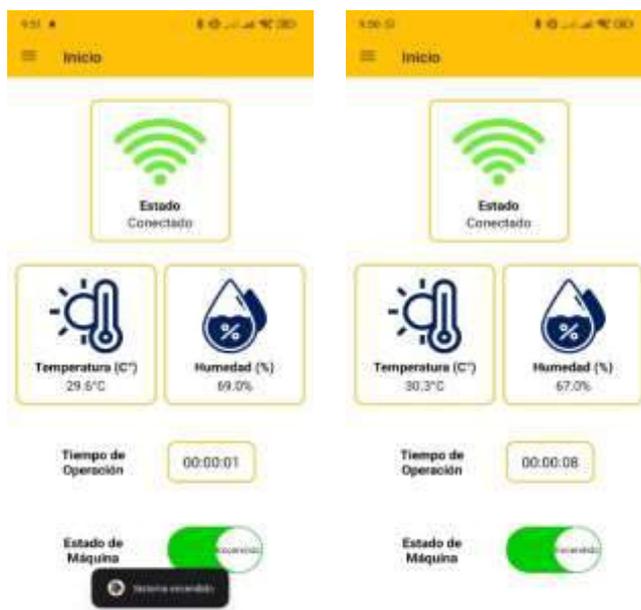


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.9 Encendido/Apagado

Luego de establecer la conexión WIFI y realizar la configuración de parámetros ahora si se puede encender el sistema de secado mediante el aplicativo móvil en la interfaz de inicio/control, una vez encendido el prototipo el reloj comenzará a mostrar el tiempo que lleva encendida la máquina, en esta pantalla también se muestran los datos recopilados por los sensores a medida que van cambiando.

Figura 15.
Encendido del sistema de secado



Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.10 Interfaz de reportes

En esta interfaz se muestran los registros de todos los procesos de secado realizados, con su fecha de inicio y fin, así como también el estado en el que se encuentra, para ver los detalles de cada proceso basta con seleccionar el proceso, luego de esto se mostrarán los datos del proceso y una tabla en la cual se detallan los datos de temperatura y humedad recopilados por los sensores. Si hay un proceso en curso la tabla se va actualizando cada 10 minutos con los nuevos datos de los sensores. Una vez el proceso ha finalizado el estado cambia de estar “en curso” a “finalizado”.

Figura 16.
Reportes del proceso de secado

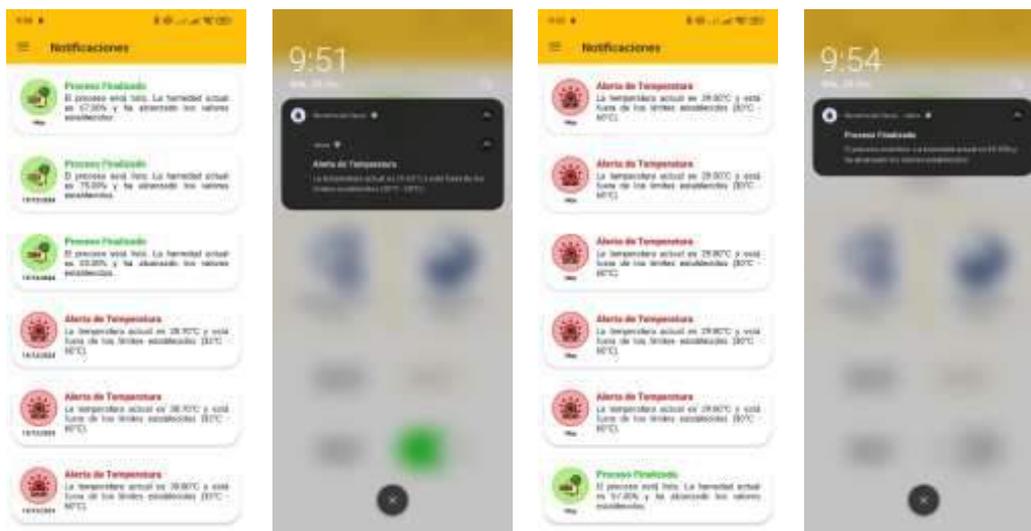


Elaborado por: Las Autoras, 2024

2.11 Interfaz de notificaciones

En esta interfaz se muestra un registro de notificaciones recibidas en el dispositivo móvil, están notificaciones están diferenciadas por colores, las de color rojo indican que la temperatura recopilada por el sensor termocupla tipo K excede el parámetro previamente configurado por el usuario y las de color verde indican que el proceso de secado ha finalizado.

Figura 17.
Notificaciones de alerta y finalización de proceso



Elaborado por: Las Autoras, 2024