



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Tema:

SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE FRIGORÍFICOS EN LA HELADERÍA DUMI S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Comunicaciones Inalámbricas

AUTOR: Yallico Tapia Jefferson Fabián

TUTOR: Ing. Ayala Baño Elizabeth Paulina, Mg.

Ambato – Ecuador

Enero 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE FRIGORÍFICOS EN LA HELADERÍA DUMI S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, del señor **YALLICO TAPIA JEFFERSON FABIÁN**, estudiante de la Carrera de Ingeniería **ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Enero 2020



EL TUTOR

Ing. Paulina Ayala Baño, Mg.

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE FRIGORÍFICOS EN LA HELADERÍA DUMI S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Enero 2020



Yallico Tapia Jefferson Fabián

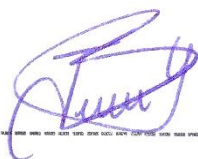
CC: 0201937455

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Enero 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Yallico Tapia Jefferson Fabián', written over a horizontal dashed line.

Yallico Tapia Jefferson Fabián

CC: 0201937455

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Geovanni Brito, Mg. e Ing. Patricio Córdova, Mg., revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE FRIGORÍFICOS EN LA HELADERÍA DUMI S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO**” presentado por el señor Yallico Tapia Jefferson Fabián, de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la Aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



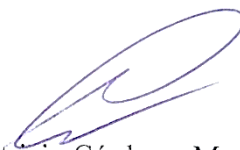
Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA ENCARGADA DEL TRIBUNAL



Ing. Geovanni Brito, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Patricio Córdova, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Le amo, mamita -le dije, con lágrimas en los ojos-. Mijo, si hubiera una palabra más grande que un “Te amo” para demostrarle mi amor, esa palabra sería lo que yo siento por usted -respondió-. A esa mujer que jamás me ha dejado, que ha dejado su alma en el camino por ayudarme a cumplir mis metas, que ha luchado con uñas y dientes por mí. A la dueña de mi vida y de mis triunfos; a la razón para no rendirme jamás y por la que moriría sin siquiera dudarlo..., mami Albita, esta victoria es para usted. ¡Lo logramos, mamita! ¡Es la mejor mamá del mundo!

A mi hermana, Patricia Álvarez, por abrirme las puertas de su hogar, ser madre y amiga durante toda mi juventud.

A mi hermana, Pamela, porque gracias a que te admiro y te quiero tanto yo siempre buscaré superarte y es por eso que estoy aquí. ¡Lo logré!

A mis hermanos: Ángel, Lesly, Anthony, Andrés, Santiago. ¡Jamás se rindan! ¡Siempre creeré en ustedes! A mi padre.

A Miguel López, por ser mi familia durante el transcurso de esta maravillosa aventura. Nada de esto habría sido posible sin ti, ñaño. ¡Eres el mejor hermano del mundo!

À mon meilleur ami, Álvaro Chérrez, pour m'avoir toujours soutenu inconditionnellement. Tu es le meilleur!

To Juan Miranda. Sir, I keep all your words right in my mind every day. Undoubtedly, you are the best teacher ever. Glaube an dich, gib niemals auf und habe Selbstvertrauen, mon ami.

Al Ing. Christian Mariño. Gracias por creer en mí. ¡Lo logré!

A ti, Flor, fuiste mi mejor amiga. Sé que ahora me cuidas desde donde sea que estés.

Jefferson Yallico Tapia

AGRADECIMIENTO

A Dalia Ríos, porque con su alegría y ocurrencias le trajo mucha felicidad a mi vida. ¡Eres única! Gracias.

*A los mejores jugadores del planeta: **Los Del Indor**. Ustedes son mi familia, mi apoyo, mis hermanos. Son la definición de amistad y de buen fútbol. ¡Gracias!*

Al Gimnasio de la UTA: Víctor Escobar, Profesor Pablo Carrera, Elvis Castillo, Christian Alvarado, Aldo Vásquez, Miguel Lozada, Jarol G., Nelson Y.; porque juntos superamos todos los límites. ¡Lo ganamos todo, hermanos de hierro!

A Alberto Ruiz y Homero Velasteguí, por incluirme en su familia, apoyarme y ser verdaderos amigos. ¡Gracias!

A Daniel Naranjo. Hermano, gracias por cada “sí podemos”, “saldremos ingenieros”, y por todos esos años de amistad en los que superamos muchas cosas. ¡Lo logramos!

A Paola S., Jessy R., Christian Ch., Deysi J., Diana A., Mario B., Luis M. y Dennis M., Eri D., porque luchamos juntos tantas batallas, jamás nos rendimos y ahora somos ingenieros.

A la Ingeniera Paulina Ayala, por ser tan amable, inteligente, carismática y guiarme en el desarrollo de este trabajo de investigación. ¡Lo logramos, Inge! ¡Muchas gracias!

A la Ingeniera Andrea Heredia, propietaria de los mejores helados del Ecuador: DUMI. Por brindarme las facilidades necesarias para llevar a cabo este proyecto.

A los Ingenieros: Juan Pablo Pallo, Santiago Manzano, Patricio Córdova, Marianela Morejón, y Washington Medina, por mostrar su interés en el desarrollo y finalización de este proyecto. Muchas gracias.

A Jessenia Z., Mishell P. y Karli Q. ¡Gracias!

Jefferson Yallico Tapia

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 DELIMITACIÓN	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	4
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.2.1 SISTEMA ELECTRÓNICO	10
2.2.2 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	10

2.2.3 TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN	10
2.2.4 SISTEMAS DE NAVEGACIÓN	13
2.2.5 EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS	13
2.2.6 SENSORIZACIÓN	14
2.2.7 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	16
2.2.8 COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS	18
2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN	21
CAPÍTULO III	22
METODOLOGÍA.....	22
3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	22
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	22
3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	23
3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO	23
CAPÍTULO IV	25
PROPUESTA	25
4.1 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	25
4.1.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	25
4.1.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA	26
4.1.3 FACTIBILIDAD BIBLIOGRÁFICA	26
4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	26
4.2.1 HISTORIA DE LA EMPRESA DUMI S.A.....	26
4.2.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA DUMI S.A.	27
4.2.3 PRODUCTO – PROCESO.....	28
4.2.4 ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO.....	30
4.2.5 DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO	30
4.2.6 NÚMERO DE CLIENTES.....	35

4.2.7 REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA	35
4.3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA	36
4.3.1 INSTALACIÓN DE INFLUXDB	44
4.3.2 CONFIGURACIÓN DE TELEGRAF	46
4.3.3 ELECCIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO	50
4.3.4 CONFIGURACIÓN DE GRAFANA	51
4.3.5 PLATAFORMA CLOUD MQTT	53
4.4 DISEÑO GENERAL DEL PROTOTIPO	56
4.4.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO FINAL.....	58
4.4.2 CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO.....	58
4.4.3 FLUJOGRAMAS DE JERARQUIZACIÓN DE PROCESOS	59
4.5 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	66
4.5.1 EXACTITUD DEL SENSOR DHT22.....	66
4.5.2 EXACTITUD DEL SENSOR DE PESO	69
4.5.5 CONSUMO DE CORRIENTE DE LA TARJETA ELECTRÓNICA	74
4.5.6 AUTONOMÍA DEL SISTEMA	75
4.5.7 TEMPERATURA SOPORTADA POR LOS EQUIPOS	75
4.6 INSTALACIÓN FÍSICA DEL PROTOTIPO	76
4.6.1 ESTRUCTURA INTERNA.....	76
4.6.2 ESTRUCTURA EXTERNA	77
4.7 VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN	78
4.7.1 APLICACIÓN MÓVIL.....	78
4.7.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO GRAFANA.....	83
4.8 PRESUPUESTO	89
CAPÍTULO V	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1 CONCLUSIONES	93

5.2 RECOMENDACIONES	94
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación de los satélites según la constelación NAVISTAR [33].....	14
Figura 2.2 Obtención de coordenadas GPS [34]	14
Figura 2.3 Modelo de publicación/suscripción de MQTT para sensores IoT [39].....	16
Figura 2.4 Servicios Cloud Computing [41]	17
Figura 2.5 Interfaz CloudMQTT [42].....	17
Figura 2.6 Telegraf [43]	18
Figura 2.7 Base de datos InfluxDB [43]	18
Figura 2.8 Estructura del sistema de comercialización de empresas [44]	19
Figura 4.1 Sector La Pradera.....	27
Figura 4.2 Calles Duchicela e Isidro Ayora	27
Figura 4.3 Distribución de Planta [8].....	28
Figura 4.4 Diagrama de flujo del proceso de producción de la empresa [8].....	29
Figura 4.5 a) Pedido, b) Chequeo del producto, c) Condiciones de Contenedores, d) Transporte y Entrega.....	31
Figura 4.6 Territorio nacional dividido en zonas [47]	34
Figura 4.7 Esquema general del sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos	36
Figura 4.8 Etapa de monitoreo	37
Figura 4.9 Etapa de recolección y almacenamiento de datos.....	44
Figura 4.10 Chequeo de estado del puerto de InfluxDB.....	45
Figura 4.11 Estado de InfluxDB.....	45
Figura 4.12 Archivo de telegraf a ser configurado	46
Figura 4.13 Output plugins.....	46
Figura 4.14 Opciones a ser descomentadas.....	47
Figura 4.15 Input plugins a descomentar	47
Figura 4.16 Apartado “Topics to suscribe to”-Usuario y contraseña Cloud MQTT ..	48
Figura 4.17 Chequeo estado de Telegraf.....	48
Figura 4.18 Etapa de visualización.....	49
Figura 4.19 Chequeo del estado de Grafana	51
Figura 4.20 Interfaz de inicio de Grafana	51

Figura 4.21 Parámetros de configuración de Grafana	52
Figura 4.22 Interfaz gráfica de Grafana DashBoard.....	53
Figura 4.23 Interfaz de inicio de CloudMQTT	53
Figura 4.24 Nombre de la instancia y tipo de plan	54
Figura 4.25 Selección de región – botón Review.....	54
Figura 4.26 Resumen de la instancia – Botón Crear Instancia.....	55
Figura 4.27 Instancia creada.....	55
Figura 4.28 Información de la instancia creada.....	56
Figura 4.29 Circuito esquemático de módulos y sensores	57
Figura 4.30 Etapa de potencia	57
Figura 4.31 Diseño gráfico prototipo sistema de geolocalización y monitoreo	58
Figura 4.32 Prototipo Sistema de Geolocalización y Monitoreo	59
Figura 4.33 Flujograma conexión con CloudMQTT	60
Figura 4.34 Flujograma Temperatura	61
Figura 4.35 Flujograma Geolocalización.....	62
Figura 4.36 Flujograma sensor de peso	63
Figura 4.37 Flujograma Aplicación Móvil DUMI S.A.....	65
Figura 4.38 (a)Comparación Termómetro Digital, (b) DHT22 y (c) Datos obtenidos puerto serial arduino	66
Figura 4.39 Gráfica del error absoluto sensor DHT22	68
Figura 4.40 Gráfica de muestras sensor DHT22 vs Termómetro Digital	68
Figura 4.41 Prueba del sensor de peso con 2Kg.....	69
Figura 4.42 Pesas de calibración	69
Figura 4.43 Gráfica del error absoluto sensor de peso TAL220	71
Figura 4.44 Gráfica de valores sensor TAL220 vs Pesas de calibración.....	71
Figura 4.45 Coordenadas GPS obtenidas por el dispositivo Ublox Neo 6m	72
Figura 4.46 Comparación de valores de latitud entre el GPS Ublox NEO 6m y el Smartphone Sony Xperia Xa.....	72
Figura 4.47 Comparación de la exactitud de los valores obtenidos por el GPS Ublox Neo 6m y el smartphone Sony Xperia Xa.....	73
Figura 4.48 (a)Coordenadas GPS Sony Xperia Xa, (b) Coordenadas GPS Ublox Neo 6m	73

Figura 4.49 (a) Vista lateral y (b) Vista frontal de la estructura interna del prototipo	77
Figura 4.50 Estructura interna instalada en el frigorífico	77
Figura 4.51 Estructura externa del prototipo.....	78
Figura 4.52 Estructura externa instalada en un costado del frigorífico	78
Figura 4.53 Interfaz de autenticación de usuario.....	79
Figura 4.54 Listado de frigoríficos por ciudad.....	80
Figura 4.55 Presentación de valores de temperatura, humedad, peso, latitud y longitud	80
Figura 4.56 Alerta de temperatura generada a una temperatura de -2°C.....	81
Figura 4.57 Alerta de cantidad de helados generada cuando el peso se reduce a la mitad	81
Figura 4.58 Localización del frigorífico mediante GPS – App DUMI S.A.....	82
Figura 4.59 Temperatura, (a) Histograma, (b) Fecha (hh/mm/ss), (c) Muestras	83
Figura 4.60 Humedad, (a) Histograma, (b)Fecha, (c) Muestras.....	84
Figura 4.61 Peso, (a) Histograma, (b) Fecha, (c) Muestras	85
Figura 4.62 Presentación de datos a través de un indicador, histograma y tabla de datos	85
Figura 4.63 Opción historial de datos de Grafana	86
Figura 4.64 Exportación del archivo CSV de los datos obtenidos por los sensores...86	
Figura 4.65 Grafana Dashboard.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Estándares IEEE 802.11 [26].....	11
Tabla 2.2 Canales de distribución [9]	20
Tabla 4.1 Desarrollo de Actividades DUMI S.A. [8]	28
Tabla 4.2 (a) Pedido.....	32
Tabla 4.3 (b) Condiciones del Producto.....	32
Tabla 4.4 (c) Condiciones de los Contenedores	33
Tabla 4.5 (d) Transporte y Entrega del Producto	33
Tabla 4.6 Clasificación de provincias por sus zonas geográficas.....	34
Tabla 4.7 Clientes DUMI S.A. [8].....	35
Tabla 4.8 Cuadro comparativo sensores de temperatura [48] [49] [50]	38
Tabla 4.9 Cuadro comparativo sensores de peso [51] [52]	39
Tabla 4.10 Cuadro comparativo dispositivos de posicionamiento global [53] [54] [55]	40
Tabla 4.11 Cuadro comparativo tecnologías inalámbricas [22].....	41
Tabla 4.12 Cuadro comparativo dispositivos de comunicación inalámbrica.....	42
Tabla 4.13 Cuadro comparativo de brókers en la nube	43
Tabla 4.14 Cuadro comparativo bases de datos	43
Tabla 4.15 Cuadro comparativo plataformas gráficas	49
Tabla 4.16 Cuadro comparativo sistemas open source [56].....	50
Tabla 4.17 Error absoluto, relativo y porcentual sensor DHT22.....	67
Tabla 4.18 Cálculo del error absoluto, relativo y porcentual de la celda de carga TAL220.....	70
Tabla 4.19 Tabla comparativa entre el dispositivo GPS Ublox NEO 6m y el Smartphone Sony Xperia Xa.....	72
Tabla 4.20 Consumo de corriente de la tarjeta electrónica	74
Tabla 4.21 Rango de temperatura de funcionamiento de los dispositivos.....	76
Tabla 4.22 Datos obtenidos al importar el archivo CSV de Grafana y visualizarlo mediante Excel	88
Tabla 4.23 Presupuesto de construcción del prototipo	90

RESUMEN

En este trabajo se propone el diseño de un sistema electrónico basado en IoT para monitorear las condiciones de almacenamiento, cantidad de producto disponible y ubicación de equipos de refrigeración proporcionados por la Heladería DUMI S.A. a cada cliente intermedio.

El sistema está compuesto de un módulo GPS encargado de obtener la ubicación del frigorífico. Sensores que monitorean la temperatura interna del frigorífico alertando al usuario cuando se supere la temperatura mínima adecuada para el almacenamiento de helados, además de sensores de peso con los que se determina la cantidad de producto disponible en los puntos de venta. La información de los sensores es transmitida, usando una ESP32, a un bróker MQTT alojado en la nube; el mismo que permite a los usuarios visualizar el estado de las variables a través de una aplicación móvil diseñada en Android Studio, utilizando el protocolo MQTT. En adición, el sistema permite el almacenamiento de la información mediante el gestor de bases de datos InfluxDB, que en conjunto con Grafana, permiten entregar al usuario gráficos estadísticos y tablas de los datos almacenados.

Por consiguiente, con la implementación del sistema diseñado en el presente proyecto, la administración de la heladería puede vigilar de manera remota el estado de los frigoríficos permitiéndole entregar respuestas rápidas en caso de daño de los mismos y abastecer de producto en los puntos de venta de una forma organizada.

Palabras clave: IoT, Grafana, InfluxDB, GPS, MQTT.

ABSTRACT

This research work proposes the design of an electronic system based upon IoT focused on monitoring the storage conditions, available quantity of product and location of each refrigeration equipment provided to each intermediate customer by the company DUMI S.A.

This system integrates a GPS module in charge of getting the location of a refrigerator. Sensors which monitor the internal temperature of the device alerting the user, using an ESP32, when the minimum suitable temperature for ice cream storage is exceeded. The system uses also Load Cells which help to determine the available quantity of product in the selling points by measuring the weight. The information acquired through these sensors is transmitted to an MQTT Broker hosted in the cloud, which allows the user to visualize the conditions of each sensed value via a mobile phone application using the MQTT protocol. Moreover, the system lets the information to be stored using a database manager called InfluxDB, integrated with Grafana to offer the user the possibility to assess the information through statistical graphs and data tables. Thus, with the implementation of the system designed in this project, the administration of DUMI can monitor remotely the state of the refrigeration equipment and act in a prompt way in case of any issue and also to supply products to each distribution point in an organized way.

Key words: IoT, Grafana, InfluxDB, GPS, MQTT.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación proporciona a la Heladería DUMI S.A de la ciudad de Ambato un sistema de monitoreo continuo de frigoríficos, a través del envío de alertas usando un dispositivo móvil. Este sistema se encarga de informar al usuario de un suceso o evento desfavorable que ocurra en alguno de los puntos de venta.

En el estudio del proyecto se determina las características del proceso de distribución y almacenamiento del helado en la empresa DUMI S.A. de la ciudad de Ambato, surgiendo como consecuencia la necesidad de diseñar un sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos. Se integran elementos que componen un sistema de comunicaciones avanzadas, permitiendo el monitoreo remoto de las condiciones actuales de cada equipo de refrigeración.

En el primer capítulo se aborda el problema que se presenta en la Heladería DUMI S.A, al no contar con un medio de monitoreo de sus equipos de refrigeración distribuidos por todo el territorio nacional, para la alerta y toma de acciones inmediatas en caso de presentarse algún tipo de situación adversa. Se establece una solución al problema en base a objetivos establecidos, así como también la duración y lugar en el que se lleva a cabo la presente investigación.

El segundo capítulo presenta los antecedentes investigativos del tema a desarrollarse además de los fundamentos teóricos relacionados al desarrollo del proyecto.

El tercer capítulo presenta la modalidad de investigación, tipos de investigación utilizados, herramientas de proceso y análisis de datos, y los pasos para el desarrollo del proyecto.

El cuarto capítulo presenta el desarrollo de la propuesta de solución del problema planteado según las necesidades de la Heladería DUMI S.A. mediante el monitoreo y la geolocalización por parte de un prototipo; tomando como punto de partida los objetivos establecidos en el capítulo uno. Se elabora un prototipo seleccionando el hardware y software adecuado para implementar el sistema en un frigorífico de la heladería, se realiza pruebas de funcionamiento determinando la validez del diseño y se determina el presupuesto.

Finalmente, en el quinto capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto de investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE FRIGORÍFICOS EN LA HELADERÍA DUMI S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los sistemas de soporte de ventas mediante aplicaciones móviles, redes sociales y páginas web, han sido puntos clave en el proceso de distribución del helado a nivel mundial por lo que los grandes titanes mundiales han optado por aliarse con la tecnología, no solo con la finalidad de alcanzar una rápida expansión y prestigio sino también incrementar las ventas y optimizar la elaboración y distribución de sus productos; partiendo de un punto base en el que se sabe que los helados individuales listos para tomar son los más consumidos y que, además, representan 39% del consumo mundial [1].

Estas grandes entidades cuentan con empresas heladeras de renombre distribuidas a lo largo de todo el mundo, entre las cuales tenemos: Meiji Holdings Co. Ltd, Popsicle (Unilever), Nestlé Sorvete (Nestlé S.A), Carte D’Or (Unilever), las mismas que hace varios años optaron por hacer uso de la tecnología para agilizar sus procesos de comercialización de mercadería, pero, han descuidado un punto importante al que se debe mucho cuidado: el tiempo improductivo que se genera al hacer una visita al encargado de vender los productos al consumidor o usuario final, conocido como cliente intermedio [2] [3].

En el sector heladero latinoamericano, uno de los principales retos al que se intenta hacer frente, es la competencia; hecho por el cual, esta industria se ha visto en la necesidad de crear planes estratégicos que proporcionen mayor cobertura en la zona geográfica en la que se desenvuelven. El uso de la tecnología y el aumento de los

canales de distribución son dos de los pilares fundamentales que presentan mayor debilidad en este sector, siendo un impedimento para lograr alcanzar el liderazgo en el mercado que, a pesar de manejar alrededor de 170 millones dólares anuales, se ubica en el último puesto en cuanto a consumo del producto en general en Latinoamérica [4] [5].

En el Ecuador, según un análisis hecho por el Diario El Universo en el año 2015, sostiene que el consumo anual de helado por persona es más bajo que en países como México (5 litros) , Chile (16 litros) y EE.UU (20 litros), mientras que en el Ecuador se estima que son 2 litros anuales [5] [6]. Pingüino y Topsy son dos de las más grandes empresas productoras de helado en el Ecuador que compiten por ser el número uno en ventas. Heladosa, empresa a la cual pertenece la firma Topsy, invirtió USD 3 millones en el año 2011 en estrategias como el cambio de los logos y los empaques de los productos, adquisición de maquinaria paleta italiana (para alcanzar un aumento en ventas superior al 19%), y estudios del mercado de helados en el Ecuador, con las cuales facturó USD 18 millones y vendió más de 85 millones de unidades de helados [7]. Por otro lado, Unilever, empresa propietaria de la firma Pingüino, con el fin de posicionarse con más fuerza en el país implementó cuatro tipos de tecnología para la elaboración de helados: Moldeado, para los helados con paleta; Obstruido, para los helados de tarrina; Litros, para la distribución a las grandes heladerías y la tecnología para conos. También cuenta con un Centro Nacional de Distribución y una cámara de frío ampliado, cuya inversión alcanzó el valor de USD 10 millones; más USD 12 millones en la ampliación de las líneas de moldeo, formación de productos y tanques de almacenamiento. Como resultado, en el año de 2012 Unilever facturó USD 253 millones, de los cuales 70.5 fueron de Pingüino [6].

Mientras que en la ciudad de Ambato, aparte de la Heladería DUMI S.A., las heladerías más afamadas son: Pingüino, Helados de Paila, Oasis, Juicy Rolls, Salavatore, La Fornace, Tierra Blanca, Nice Cream, Tutto Fredo, Sweet Kiss, Ficoa, Chinitos, Toffe Ice Cream, La Gelatería, las cuales conforman un 20% de la economía de la provincia [8].

En la Heladería DUMI S.A. la deficiencia en el empleo de la tecnología para impulsar la venta y entrega de la mercancía resultan en la demora del proceso de distribución ya que éste requiere de la visita del mayorista a cada punto de distribución del cliente intermedio para tomar la orden del pedido de los productos que se han agotado; esto genera una acumulación de tiempo improductivo, que podría ser aprovechado en otros procesos de la empresa, y, por ende, pérdida en ventas [8].

A su vez, la falta de monitoreo de los frigoríficos proporcionados con los ingresos de la empresa a cada cliente a lo largo del territorio ecuatoriano, crea preocupación en los directivos, ya que dicho equipamiento podría ser fácilmente hurtado sin que el distribuidor pueda siquiera notarlo. Problema que se genera dado que la empresa DUMI S.A. no cuenta con el capital necesario para contratar personal que se encargue de hacer un control continuo en cada punto de venta para, además, tomar las ordenes de los pedidos de cada sabor de helados que se requieren; y tomando en cuenta que el centro de producción se encuentra alejado de dichos puntos, resulta una tarea demasiado ardua y hasta imposible de realizar para el propietario de la empresa [8].

1.3 DELIMITACIÓN

DELIMITACIÓN DE CONTENIDOS

Área Académica:	Comunicaciones
Línea de Investigación:	Tecnologías de Información y Comunicación
Sub línea de Investigación:	Comunicaciones Inalámbricas.

DELIMITACIÓN ESPACIAL

El presente proyecto se implementó en un frigorífico de la empresa Dulzura Mía S.A. ubicada en la ciudadela San Cayetano en las calles Duchicela e Isidro Ayora de la Ciudad de Ambato.

DELIMITACIÓN TEMPORAL

La presente investigación se desarrolló en el período Noviembre 2018 – Septiembre 2019 de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Considerando que la empresa DUMI S.A no cuenta con los recursos necesarios para realizar inspecciones continuas a cada punto de venta del cliente y que dichos puntos se encuentran en ciudades como El Puyo, Baños, Quito, Latacunga, Riobamba, surge la necesidad de generar una solución adecuada que se enfoque en la localización de frigoríficos y soporte del proceso de distribución del producto final de la empresa. Razón por la cual, es importante el diseño de un sistema de monitoreo remoto, que permita conocer las zonas en las que se encuentran ubicados los frigoríficos proporcionados por la empresa. Y que, además, brinde un soporte adecuado al canal indirecto corto de distribución de mercadería mediante el monitoreo continuo de la cantidad de producto disponible. Un óptimo sistema de monitoreo remoto brinda las facilidades necesarias para que el dirigente de la empresa pueda verificar en todo momento la cantidad de producto disponible en los puntos de venta del cliente intermedio y saber la localización de sus equipos; un deficiente sistema de monitoreo, o la ausencia de este, involucra pérdidas para la empresa [9].

Por consiguiente, el desarrollo del proyecto benefició directamente a la Empresa DUMI S.A. la cual obtuvo un sistema de monitoreo remoto, con el cual pudo saber la ubicación de sus frigoríficos, su temperatura y la cantidad de producto del que dispone cada cliente intermedio. El sistema tiene como objetivo la mejora continua de la empresa ya que el administrador pudo saber qué helado se consume más, qué cliente requiere mayores cantidades de producto y de esta manera tener un mejor conocimiento del mercado en el que se desenvuelve; características que representan un aporte invaluable tanto para la economía de la empresa como para su administrador.

La empresa DUMI S.A. estuvo interesada en la realización del proyecto y proporcionó las facilidades necesarias para su desarrollo. Tanto los dispositivos como los recursos indispensables para la realización de este proyecto son de fácil acceso, permitiendo su desarrollo en un tiempo permisible. El sistema fue diseñado tomando como base a dispositivos de software y hardware libre, los mismos que además de ser económicos, están sujetos a escalabilidad, haciendo posible la realización de futuras mejoras. Al usar Software y Hardware libre se garantiza un acceso rápido a información

actualizada sobre diseños existentes, los cuales serán útiles como base para el desarrollo del presente proyecto [10].

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos en la heladería DUMI S.A. de la ciudad de Ambato.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características del proceso de distribución y almacenamiento del helado en la Empresa DUMI S.A. de la ciudad de Ambato.
- Diseñar un sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos en la heladería DUMI S.A. de la ciudad de Ambato.
- Implementar un prototipo del sistema de geolocalización y monitoreo en un frigorífico de la heladería DUMI S.A. de la ciudad de Ambato.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Citando varios trabajos de investigación a nivel académico, relacionados con tecnologías destinadas al monitoreo y geolocalización, se describen varias experiencias de mayor relevancia en los últimos tiempos:

En la Universidad de Guayaquil, en el año 2017, Yuquilema Muñoz Marlon realizó el “*Estudio de un sistema de monitoreo y control de posicionamiento vía GPS aplicado a mascotas*”. El proyecto se desarrolla utilizando tecnología GPS y GSM, conjuntamente con un Smartphone con la aplicación Google Maps, para realizar el monitoreo y seguimientos de mascotas, con el fin de mostrar la eficacia y precisión al momento de realizar una búsqueda usando el Sistema de Posicionamiento Global apoyado en una interfaz web en la que el usuario registra su nombre, nombre de la mascota y código de dispositivo a usar. El sistema envía la ubicación mediante una llamada al chip del dispositivo que lleva la mascota, el mismo que se encarga de enviar, vía mensaje de texto, las coordenadas y un link para visualizar la posición mediante Google Maps. El uso de este sistema genera un impacto positivo en la sociedad, ya que al utilizar la aplicación Google Maps a través de un Smartphone, no involucra un gasto mensual para el usuario [11].

En el Instituto Politécnico Nacional de la Ciudad de México, en el año 2016, Tania Barrera Valdivia realizó un “*Sistema de monitoreo y adquisición de datos para un refrigerador de aplicación médica*”. El proyecto se centra en el diseño de un sistema de monitoreo y adquisición de datos mediante un sensor de temperatura LM35 aplicado a un refrigerador de uso médico para el almacenamiento de vacunas con el

almacenamiento de datos mediante una memoria SD y la visualización mediante un dispositivo LCD, además, cuenta con una batería de respaldo. La implementación del sistema lleva a cabo mediciones de temperatura por medio del sensor, así como también el registro de la variable monitoreada en el interior del equipo de refrigeración. Al producirse una falla, o cuando la temperatura sea inferior o superior a un rango (de 3°C a 8°C), se activa una alarma visual y sonora, informando al personal de la clínica, hospital o laboratorio, sobre alguna anomalía que se pudiera presentar en el equipo de refrigeración. La incorporación de la batería de respaldo hace fácil el transporte del instrumento médico y protege su contenido en caso de fallas eléctricas [12].

En la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en el año 2016; María Granizo y Mishell Merchán, realizaron el: “*Análisis y diseño de una aplicación móvil para pedidos de comida en restaurantes*”. El proyecto se desarrolla utilizando Android Studio V.1.0, PhpMyAdmin y MySQL, alojamiento web (Hosting), Adobe Illustrator y Notepad ++, siendo Android estudio la herramienta principal sobre la cual se diseñará la aplicación. Se realiza mediante un proceso que permite al cliente registrarse e ingresar a la aplicación, la misma que muestra las mesas ocupadas y disponibles con opción a elegir; un menú general, que cuenta con el menú disponible; menú de combos y promociones y orden de pedido que genera el costo de los productos. Con la implementación del proyecto se automatizan los procesos que se ejecutan en un establecimiento de comida, permitiendo conocer en tiempo real la disponibilidad de mesas, el menú disponible con opción de realizar pedidos y conocer su estado, reduciendo de esta manera el tiempo de espera [13].

En la Universidad Tecnológica de Pereira, en el año 2014, Luis Guillermo Henao realizó el “*Diseño de un equipo de rastreo satelital de elementos usando tecnologías GPS y GSM*”. El proyecto se centra en el diseño y fabricación de un equipo que permita ubicar, seguir y monitorear elementos por medio de tecnologías tipo satelital (GPS) y móvil (GSM). La localización de los elementos se realiza mediante una interfaz de transmisión – recepción por medio de un microcontrolador, el cuál realiza la extracción de datos del GPS mediante la comunicación serial por software del PIC previo a la solicitud de posicionamiento realizada vía GSM. El sistema hace fácil la localización de elementos mediante la obtención de las coordenadas exactas del objeto y las envía

a través de SMS (Short Message Service) o mensaje de texto, hacia el dispositivo del usuario. El usuario puede visualizar la ubicación del objeto simplemente pulsando sobre el link o copiándolo directamente a un motor de búsqueda de internet [14].

En la Universidad Católica de Pereira – Colombia, en el año 2014, Luis Echeverry Arroyave realizó la “*Gestión de órdenes de pedidos basada en tecnología móvil*”. La tesis explica el modelado, diseño e implementación de una aplicación web adaptativa disponible en una red privada (Intranet) al interior del establecimiento por medio del uso de un computador como servidor, el cual tiene dispuesto un servidor de plataformas XAMPP, el mismo que trabaja con Windows 8, junto con el gestor de bases de datos MySQL e interprete PHP, una biblioteca o Framework llamado Bootstrap que permite crear interfaces web con CSS y Javascript que adaptan la interfaz dependiendo del tamaño del dispositivo. La conexión tanto de los usuarios como de los administradores del restaurante, se hace usando router TP-LINK. La arquitectura propuesta permite automatizar y mejorar la comunicación entre cliente – mesero – cocina, para agilizar la gestión de órdenes de pedidos en el establecimiento. El sistema proporciona una interfaz clara en la que el usuario puede visualizar y elegir el producto que desea consumir. La información se envía constantemente desde el cliente hacia el mesero y el chef, y se almacena en una base de datos para la realización de consultas [15].

En la Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez, en el año 2014, Arturo Muñoz y Gerardo Rubio realizan una “*Aplicación móvil para pedidos anticipados y órdenes de alimentos en restaurantes*”. Mediante MySQL se crea un modelo de Entidad- Relación de la base de datos, una plataforma de desarrollo de Android y un emulador de Android que aprovecha la arquitectura x86 de los procesadores para una ejecución más rápida del Sistema Operativo. En el proyecto se desarrolla un prototipo de aplicación basada en Android para el personal y usuarios de restaurantes que facilite la toma de pedidos anticipados de alimento y /o bebidas para de esta manera mejorar el proceso interno del manejo de órdenes. A través de varias interfaces interconectadas desarrolladas para el restaurante, el cliente puede visualizar la información del menú y realizar pedidos anticipados, desde un dispositivo móvil conectado a internet; los meceros pueden

acceder a la información del menú, tomar órdenes y visualizar el monto total que cada cliente ha consumido, sin necesidad de acercarse a la mesa [16].

En la Universidad de Cataluña-España, en el año de 2013, José García López realiza una “*Aplicación de Pedidos de Ventas para tablets en Android*”. El proyecto se centra en dotar de una aplicación móvil a una red comercial, en la que se usan tablets equipadas con el Sistema Operativo Android, una central con un servidor para el intercambio de información y una red VPN. La aplicación diseñada requiere de tablets equipadas con Android. Un servidor ERP (Enterprise Resource Planning) encargado de almacenar todos los datos del usuario y cliente; y un método de acceso al servidor por parte de los miembros de la empresa, a través de una Red VPN. El sistema propuesto cumple con tareas como: consultar fichas de clientes, en la que se puede hacer búsquedas por nombre con filtros para población y provincia; consultar el catálogo de artículos, en el cual se muestran los artículos por temporada, y creación de nuevos pedidos, reemplazando por completo el uso de computadores portátiles en la empresa y suponiendo un ahorro del 50% [17].

En el paper publicado en Julio de 2011 en la revista Pensamiento Americano de Colombia, Javier Díaz Jiménez realizó el estudio de un “*Sistema de Geolocalización y Monitoreo de pacientes médicos de alto riesgo*”. El artículo aborda el diseño del sistema, en el que se usa dispositivos de georreferenciación mediante GPS con sensores para detección automática de signos vitales y conexión vía GPRS para la transmisión de la información asociada a la alarma y a la localización del paciente. La geolocalización, datos de pulso cardíaco y saturación de oxígeno en la sangre son almacenados en el registro electrónico de cada paciente. Estos datos son transmitidos por el vehículo de atención médica hacia el centro de mando en el Hospital. La alarma se dispara a voluntad del usuario mediante la presión de un “botón de pánico” o de forma automática que enviará la señal de su posición vía GPRS al centro de mando y alertará vía SMS al personal médico de atención y familiares autorizados al detectarse un cambio abrupto en los niveles normales de signos vitales [18].

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 SISTEMA ELECTRÓNICO

Un sistema electrónico es un conjunto de dispositivos que se ubican en el campo de la ingeniería, la física y que se encargan de la aplicación de los circuitos electrónicos cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para generar, recibir, transmitir, procesar y almacenar información. Las señales utilizadas por estos sistemas pueden ser de dos tipos: analógicas y digitales. Todos los sistemas electrónicos constan de tres bloques funcionales claramente diferenciados: Bloque de entrada, bloque de proceso y bloque de salida [19] [20].

2.2.2 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Las comunicaciones inalámbricas son aquellas comunicaciones entre dispositivos, ya sean móviles o no, o entre un emisor y un receptor que intercambian información a través del espectro electromagnético. Las comunicaciones inalámbricas engloban un amplio rango de comunicaciones, desde una simple comunicación Bluetooth, hasta una comunicación de microondas. De forma más básica, es aquel tipo de comunicación que no precisa de cables para llevarse a cabo [21].

2.2.3 TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN

Los sistemas de comunicaciones inalámbricas pueden ser implementados de varias maneras, en su mayoría, están compuestos por dispositivos o equipos electrónicos que cumplen con un estándar para su funcionamiento y control. Estos sistemas pueden ser ensamblados en base a la tecnología que se desee utilizar. Entre las más importantes, tenemos [22]:

BLUETOOTH

Bluetooth corresponde a un estándar de comunicaciones inalámbricas basado en radiofrecuencia, de bajo coste y bajo consumo energético. Opera en la banda libre de los 2.4 GHz por lo que no se necesita de licencia. Tiene una capacidad máxima de transmisión de 3Mbps y cuenta con un alcance de 100 metros en función de la potencia de emisión que posea el transmisor Bluetooth [23].

ZIGBEE

Zigbee es un estándar que define un conjunto de protocolos para el armado de redes inalámbricas de corta distancia y baja velocidad de datos. Opera en las bandas de 868MHz, 915MHz y 2.4MHz y puede transferir datos hasta 250Kbps. Este protocolo adopta el estándar IEEE 802.15.4 para sus dos primeras capas, es decir, la capa física y la subcapa de acceso al medio (MAC) y agrega la capa de red y aplicación. En un red Zigbee pueden haber hasta 254 nodos, no obstante, según la agrupación que se haga, se pueden crear hasta 255 conjuntos o clusters para llegar a tener 64770 nodos con la posibilidad de usar varios tipos de topologías de red [24] [25].

IEEE 802.11

El IEEE 802.11 es una familia de estándares para redes locales inalámbricas desarrollada por la IEEE. Este estándar garantiza la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes a nivel mundial. También describe la funcionalidad de las capas, subcapas y sus relaciones [21].

Tabla 2.1 Estándares IEEE 802.11 [26]

Estándar	Data Rate [Mbps]	Frecuencia	Modulación
802.11a	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	5GHz	OFDM
802.11b	11 Mbps	2.4GHz	HR-DSSS
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz	OFDM
802.11n	540 Mbps	2.4 GHz o 5 GHz	OFDM
802.11 ac	1300 Mbps	5 5GHz	OFDM

WCDMA (WIDEBAND CODE MULTIPLE ACCESS)

La tecnología de comunicación móvil de Tercera Generación WCDMA (3G, Third Generación) basada en Acceso al Medio por División de Código de Banda Ancha (WCDMA, Wideband Code Multiple Access) en su modo de Duplexación por División de Frecuencia (FDD, Frequency Division Duplex), también conocida como el sistema de Telecomunicaciones Móvil Universal (UMTS, Universal Mobile Telecommunications). Puede ser utilizado en diferentes ambientes (vehicular, transeúnte e interiores) y para toda clase de tráfico, también ofrece teleservicios (voz

o mensajería de texto) y servicios portadores, los cuales proveen las capacidades para transferencia de información entre puntos de acceso. Los servicios en redes WCDMA (UMTS) tienen diferentes clases de calidad de servicio (QoS) para cuatro tipos de tráfico [27]:

- Clase conversacional (voz, video telefonía, video juegos).
- Clase streaming (multimedia, video bajo demanda, webcast).
- Clase interactiva (Navegación en internet, juegos en red, acceso a bases de datos).
- Clase background (correo electrónico, mensajes cortos, descargas de archivos).

LTE (LONG TERM EVOLUTION)

LTE es el estándar de comunicaciones sucesor de HSPA y, al igual que este, también fue desarrollado por la 3GPP. La principal ventaja del LTE es la velocidad máxima que nos permite, que puede ser de hasta 170 Mbps (con dos antenas base y dos en el dispositivo) o 300 Mbps. Entre sus principales ventajas se tiene [28]:

- Cuenta con anchos de banda de 300 Mbps Downlink y 75 Mbps Uplink.
- Tiene alcances Line of Sight (LOS), y hasta 50 Nm con medios aéreos.
- Fácil de utilizar, con entornos gráficos similares a las tecnologías comerciales.
- Amplio margen de frecuencias FDD y TDD compatibles con dispositivos comerciales e infraestructuras civiles en diferentes regiones.
- Latencia muy baja.
- Coste de implementación muy bajo [29].

GSM/GPRS

GPRS significa *General Package Radio System*, es una tecnología que mejora las deficiencias de GSM en cuanto a la transmisión de datos, introduciendo una red de conmutación de paquetes que funciona de forma paralela a la de conmutación de circuitos GSM. Este tipo de tecnología aparece como una evolución de la actual red GSM: no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras actuales de GSM. Tiene las siguientes características [30] [31]:

- Velocidad de transferencia de hasta 144 Kbps.
- Conexión permanente. Tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo.
- Servicio de punto a punto.

- Servicio de punto – multipunto.
- Servicios de mensajes cortos (SMS).
- Pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión.

2.2.4 SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

Los sistemas globales de posicionamiento asistidos por satélites están formados por tres partes: sector espacial, compuesto por satélites con relojes de buena precisión, que transmiten señales de radio; sector de control, formado por estaciones de monitorización y control de los satélites; y el sector de usuario, englobado por los receptores que determinan la localización del usuario final. Sirven para que dispositivos electrónicos determinen su posición (longitud, latitud, y altitud) con errores de algunos metros o incluso centímetros, y ofrecen una escala de tiempo atómico global [31].

En la actualidad, podemos hablar de los siguientes sistemas [31]:

- El *Sistema Global de Posicionamiento* con ayuda de satélites de la constelación americana NAVSTAR, recibe el nombre de Sistema de Posicionamiento Global o GPS.
- Al sistema de Navegación Global con Satélites rusos se le llama GLONASS
- El futuro sistema de navegación europeo, GALILEO, parecido al GPS, pero con tecnología más fiable, y de uso más abierto.

2.2.5 EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS

GPS es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Los puntos pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse en cualquier momento del día. En la Figura 2.1 se presenta un sistema de coordenadas GPS para el satélite y la estación receptora terrestre [32].

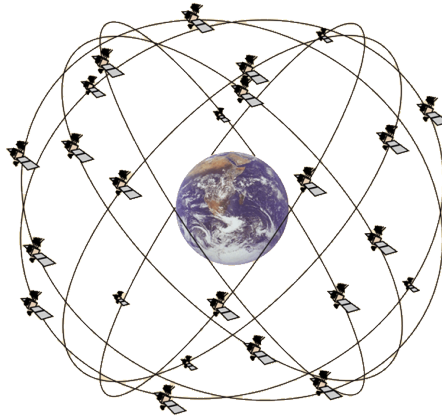


Figura 2.1 Ubicación de los satélites según la constelación NAVISTAR [33]

Para la obtención de coordenadas, el sistema se basa en la determinación simultánea de las distancias a cuatro satélites (como mínimo) de coordenadas conocidas. Estas distancias se obtienen a partir de las señales emitidas por los satélites, que son recibidas por receptores especialmente diseñados. Las coordenadas de los satélites son provistas al receptor por el sistema. En la Figura 2.2 se presenta el esquema de obtención de coordenadas mediante satélites GPS [32].

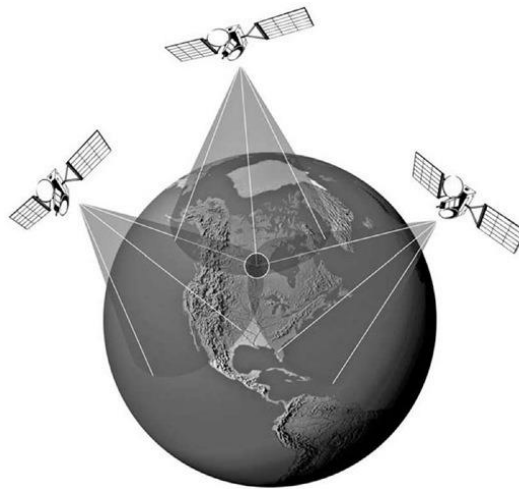


Figura 2.2 Obtención de coordenadas GPS [34]

2.2.6 SENSORIZACIÓN

Un sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas, las cuales pueden ser luz, magnetismo, presión, etc.) en valores medibles de dicha magnitud. El proceso se realiza en tres fases [35]:

- Un fenómeno físico a ser medido es captado por un sensor, y muestra en su salida una señal eléctrica dependiente del valor de la variable física.
- La señal eléctrica es modificada por un sistema de acondicionamiento de señal, cuya salida es un voltaje.
- El sensor dispone de un circuito que se encarga de transformar y/o amplificar la tensión de salida, la cual pasa a un conversor Análogo – Digital.

TIPOS DE SENSORES

SENSORES DE TEMPERATURA

Estos elementos se utilizan en todo tipo de proceso que requiera indicación y/o control de la variable de temperatura. Todos ellos infieren la temperatura al detectar algún cambio de una característica física. Existen de seis tipos: termopares, dispositivos de temperatura resistivos (RTD y termistores), radiadores infrarrojos, dispositivos bimetalicos, dispositivos de dilatación de líquido, y dispositivos de cambio de estado [36].

SENSORES DE PESO

Son aquellos dispositivos electrónicos desarrollados con la finalidad de detectar los cambios eléctricos provocados por una variante en la intensidad de un peso aplicado sobre la báscula o balanza, información que a su vez transmite hacia un indicador de peso o controlador de peso. Existen dos categorías importantes [37]:

- Celda de carga de inflexión (Dending Beam)
- Celda de carga por presión lateral (Shear Beam)

SENSORES DE DISTANCIA

Son sensores que se encargan de medir la distancia lineal o desplazamiento lineal de forma automatizada, ya que proporcionan una señal eléctrica según la variación física (distancia). Existen de varios tipos, entre los cuales resaltan los siguientes [35]:

- Sensores inductivos
- Sensores de efecto Hall
- Sensores capacitivos
- Sensores ultrasónicos
- Sensores ópticos

2.2.7 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

MQTT es un protocolo bidireccional de transporte de mensajes Cliente/Servidor basado en publicaciones y suscripciones a los denominados “tópicos”. Cada vez que un mensaje es publicado será recibido por el resto de dispositivos adheridos a un tópico del protocolo. El servidor, llamado bróker, recopila los datos que los suscriptores (Sensores) le transmiten. Determinados datos recopilados por el bróker se enviarán a determinados suscriptores que previamente se lo hayan solicitado al bróker [38].

El protocolo MQTT funciona sobre TCP/IP o sobre otros protocolos de red con soporte bidireccional y sin pérdidas de datos. Es ideal para responder a las siguientes necesidades [38]:

- Está parcialmente adaptado para utilizar un ancho de banda mínimo
- Es ideal para utilizar redes inalámbricas
- Consume muy poca energía
- Es muy rápido y posibilita un tiempo de respuesta superior al resto de protocolos web actuales
- Permite una gran fiabilidad si es necesario
- Requiere pocos recursos tales como procesadores y memoria

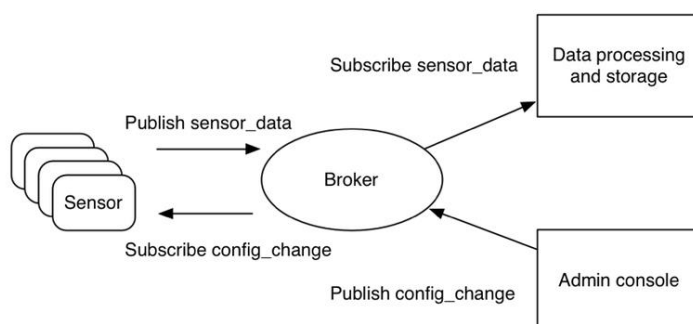


Figura 2.3 Modelo de publicación/suscripción de MQTT para sensores IoT [39]

CLOUD COMPUTING

El Cloud Computing es un conjunto de principios y enfoques que permiten proporcionar infraestructura informática, servicios, plataformas y aplicaciones (que provienen de la nube) a los usuarios, según las soliciten y a través de una red. Las nubes son un grupo

de recursos virtuales que se coordinan mediante un software de gestión y automatización, para que los usuarios puedan acceder a ellos según lo soliciten [40].

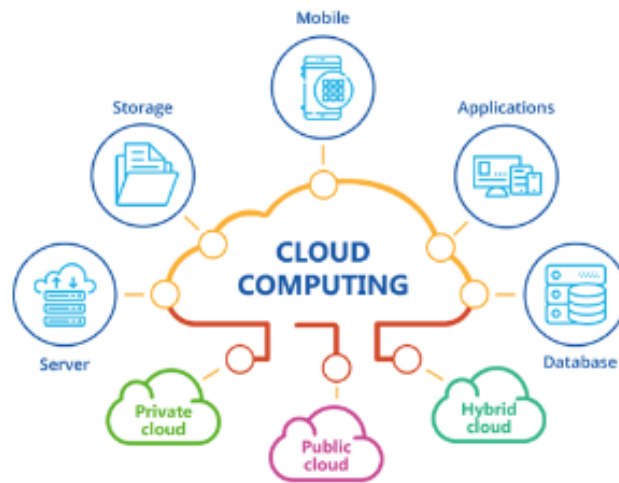


Figura 2.4 Servicios Cloud Computing [41]

CLOUD MQTT

Cloud MQTT son servidores Mosquitto administrados en la nube. Mosquitto implementa el MQ Telemetry Transport Protocol, MQTT, que proporciona métodos ligeros para llevar a cabo el envío de datos mediante un modelo de cola de mensajes de publicación/ suscripción. Su interfaz de inicio es la siguiente [42]:

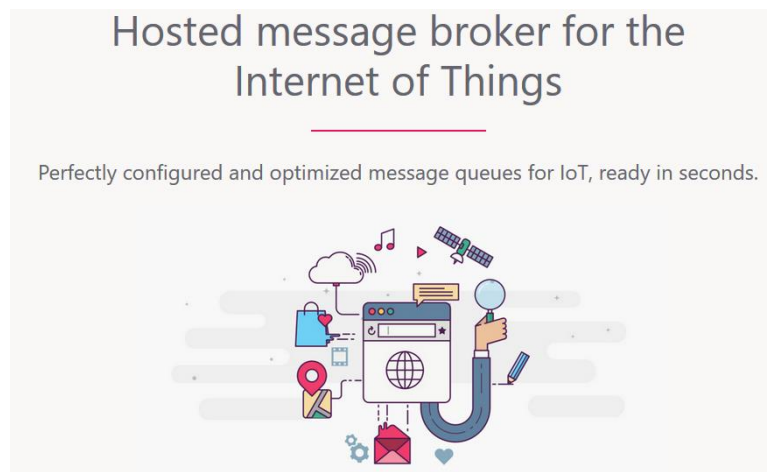


Figura 2.5 Interfaz CloudMQTT [42]

TELEGRAF

Telegraf es un agente de servidor controlado por plugins, encargado de recopilar y enviar métricas y eventos desde bases de datos, sistemas y sensores de IoT.

Telegraf puede recopilar métricas de un amplio arreglo de entradas y escribirlas en varias salidas. Se controla mediante complementos tanto para la recopilación como la para la salida de datos. Está escrito en Go, lo que significa que es autónomo y que puede ejecutarse en cualquier sistema sin necesidad de dependencias externas, sin npm, pip, gem u otras herramientas de administración de paquetes requeridas [43].



Figura 2.6 Telegraf [43]

INFLUXDB

Influxdb es una base de datos de código abierto desarrollada por InfluxData. Está escrita en Go y optimizada para el almacenamiento rápido y de alta disponibilidad de datos de series temporales en campos como el monitoreo de operaciones, métrica de aplicaciones, los datos de sensores de Internet de las Cosas, y el análisis en tiempo real [43].



Figura 2.7 Base de datos InfluxDB [43]

2.2.8 COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS

SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN

Se define a un sistema de comercialización como un sistema total de actividades empresariales encaminado a planificar, fijar precios, promover y distribuir productos y servicios que satisfacen necesidades de los consumidores actuales o potenciales.

Sistema que pretende como objetivos fundamentales incrementar la cuota de mercado, la rentabilidad y el crecimiento de la cifra de ventas [44].

En la Figura 2.8 se expone un planteamiento de intercambio que lleva a la consecución de un retorno (principalmente económico) a través de una transacción que se denota en un marco estructural que alberga la labor comercial.

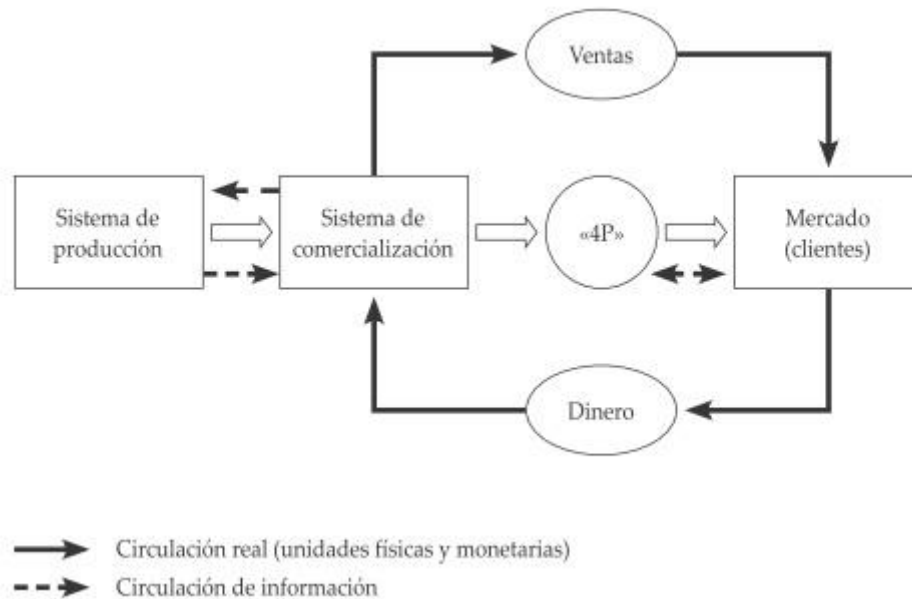


Figura 2.8 Estructura del sistema de comercialización de empresas [44]

SISTEMAS DE VENTAS

Existen numerosas opciones a la hora de comprar un producto. Años atrás, la única vía de compra de un producto consistía en acudir al establecimiento, ahora existe la posibilidad de efectuar la compra desde nuestros hogares; a través de un Smartphone con conexión a internet o un computador, productos que se pueden adquirir en un breve plazo de tiempo sin necesidad de desplazarnos de nuestro domicilio. Existen diferentes tipos de ventas, entre las más usuales, se tiene [45]:

VENTA DIRECTA

Es una de las ventas que requiere mayor programación, planificación, preparación y astucia; se hace sin intermediarios. Dicho de otro modo, el vendedor o productor vende directamente al consumidor sin la necesidad de intermediarios. En este ítem, el éxito del producto no radica tanto en el precio, competencia o cualidades que pueda tener sino, principalmente, en la manera de venderlo [9] [45].

Este sistema de ventas presenta varias desventajas, entre las cuales tenemos [46]:

- Suele ser la herramienta de promoción más costosa para una empresa.
- No permite llegar de manera directa a un gran número de clientes potenciales a la vez.
- Suele requerir de un compromiso a largo plazo por parte del vendedor.

VENTA A DISTANCIA

En este tipo de venta no existe contacto entre vendedor – comprador. Consta de varias formas o manera de venta, entre las cuales se tiene [45]:

- Automática: Consiste en despachar y cobrar el producto mediante máquinas expendedoras.
- Catálogo: Modalidad de venta que se suele utilizar en base a correo, mensajeros u otro medio de transporte similar para distribuir los productos ofrecidos.
- Suscripción: Tipo de venta que utilizan las editoriales de publicaciones de diarios, revistas o libros.

VENTA MULTINIVEL

Es un tipo de estrategia de venta de productos mediante la cual distribuidores independientes pueden asociar a otros distribuidores y obtener comisiones por el movimiento de esos productos dentro de la misma red [46].

Para llegar a los consumidores existen distintos tipos de canales de distribución, los cuales se presentan en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Canales de distribución [9]

Tipos	Proceso
Canal indirecto largo	Fabricante > distribuidor > mayorista > comercio minorista > consumidor final
Canal indirecto corto	Fabricante > comercio minorista > consumidor final
Canal directo	Fabricante > consumidor final

2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La implementación del sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos en la Heladería DUMI S.A., por medio de tecnología inalámbrica, le permitió al productor la obtención de datos sobre la mercadería, la localización de los equipos distribuidos hacia cada cliente además de optimizar el sistema de pedidos con el que la empresa cuenta en la actualidad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto fue de investigación aplicada debido a que con la información se obtuvo un mejor control tanto de los equipos como de los productos distribuidos para poder satisfacer la necesidad que tiene la empresa.

Además, se desarrolló una investigación bibliográfica a través de libros, revistas y publicaciones, para dar el correspondiente sustento científico al proyecto, recopilar información necesaria para su desarrollo y tomar en consideración las experiencias existentes relacionadas con el tema planteado en este proyecto.

Se presentó una investigación de campo porque se analizó las condiciones del problema, y fue necesaria la recolección de información de todas las variables presentes, para así adquirir información que ayude al desarrollo de cada uno de los objetivos del proyecto.

3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de información para el presente proyecto, se realizó por medio de una entrevista al directivo de la empresa, libros, revistas científicas, trabajos de investigación, datos estadísticos, publicaciones científicas e Internet, además de la guía del docente tutor.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Por las características de la presente investigación, se determinó que no se requería de un estudio de población y muestra.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento y análisis de datos se realizó mediante una clasificación de la documentación obtenida, presentando una descripción ordenada de los entornos a estudiarse en el proyecto. Se realizó un análisis crítico de los datos obtenidos durante la recolección de información, considerando los siguientes lineamientos:

- Eliminar información de baja relevancia.
- Obtener parámetros técnicos, específicos y concretos que determinen las características del sistema a ser diseñado.
- Interpretar la información que permite plantear estrategias de solución al problema.

3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo del presente proyecto se realizaron las siguientes actividades:

1. Análisis de la situación actual del proceso de distribución de mercadería de la Heladería DUMI S.A.
2. Determinación de las características físicas de almacenamiento de mercadería en los puntos de distribución.
3. Análisis de los problemas en la metodología utilizada en el proceso de distribución del producto en la Heladería DUMI S.A.
4. Determinación de los requerimientos técnicos del sistema
5. Comparación técnica de los diferentes sistemas y tecnologías existentes de localización.
6. Comparación técnica de los diferentes sistemas y tecnologías existentes de monitoreo
7. Investigación de los tipos de software existente para el diseño de aplicaciones móviles.
8. Diseño de un software para la generación de alertas para situaciones que puedan afectar la integridad del producto.
9. Diseño de un software de monitoreo con soporte para dispositivos móviles.
10. Diseño de una tarjeta electrónica para el monitoreo y envío de alertas de mercadería.
11. Selección de equipos y tecnologías de sensorización y comunicación.

12. Configuración del servidor.
13. Elaboración de la tarjeta electrónica de sensorización y monitoreo de mercadería.
14. Detección y corrección de errores para comprobar el correcto funcionamiento del sistema.
15. Elaboración del informe final.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

En el presente proyecto se diseñó una propuesta de un sistema de geolocalización y monitoreo para la empresa DUMI S.A. de la ciudad de Ambato. Creando un prototipo de un sistema de monitoreo continuo de frigoríficos para la obtención de datos de suma relevancia. El sistema se encargó de informar al administrador sobre la temperatura, humedad, peso; este último con la finalidad de obtener un valor aproximado de productos disponibles. Además de los datos antes mencionados, proporcionó tanto longitud como latitud para ubicar cada frigorífico a través de una aplicación móvil.

El diseño del sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos es un pilar fundamental que en un futuro permite a la empresa DUMI S.A. implementarlo en cada uno de sus equipos de refrigeración, beneficiándolos directamente con un sistema adecuado a la necesidad de conocer el estado y ubicación de cada uno de sus equipos de una manera sencilla y precisa, proporcionando además la facilidad de elaborar con anticipación sus productos en base a los datos obtenidos.

4.1 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El desarrollo del proyecto tuvo una factibilidad técnica, económica y bibliográfica, misma que se detalla a continuación:

4.1.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

La realización del presente proyecto tuvo factibilidad técnica dado que los equipos y elementos electrónicos necesarios para el desarrollo del prototipo del sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos, se encontraron disponibles dentro del país.

4.1.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

El presente proyecto fue económicamente factible debido a que el financiamiento de la investigación se solventó con los recursos económicos del investigador.

4.1.3 FACTIBILIDAD BIBLIOGRÁFICA

La presente investigación tuvo factibilidad bibliográfica debido a que la información requerida se encontró en libros, documentos científicos, tesis, revistas, y documentos web.

4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La situación actual de la empresa DUMI S.A. está sujeta a varios puntos de suma importancia tales como su historia, infraestructura, ubicación, clientes; así como también los distintos procesos que intervienen a la hora de elaborar, almacenar y distribuir su producto. Por lo tanto, para determinar las condiciones actuales de la empresa se obtuvo información relevante que ayudó a cumplir satisfactoriamente esta meta.

4.2.1 HISTORIA DE LA EMPRESA DUMI S.A.

La empresa Dulzura Mía (DUMI S.A.) se inicia en el año 2013 con la elaboración de helados en base a postres congelados, destacando entre ellos los sabores de tres leches, tiramisú, piña queso, piña y durazno como sabores iniciales, para después innovar de mejor manera y ofrecer más sabores como manicho, michelada, mango con sal y cerveza. DUMI S.A. inicia con la producción de 80 helados semanales, la misma que para el año 2018 se incrementa a 3000 helados por semana, debido a la demanda de nuevos sabores por parte de los consumidores [8].

La empresa DUMI S.A. se encuentra ubicada en la parroquia de Huachi Loreto de la ciudad de Ambato, en la Ciudadela San Cayetano (La Pradera) entre las calles Duchicela e Isidro Ayora. El representante legal de la empresa es la Ingeniera Andrea Heredia Velasteguí con número de RUC 1600643298. En la Figura 4.1 y Figura 4.2 se presenta su ubicación mediante Google Maps [8].

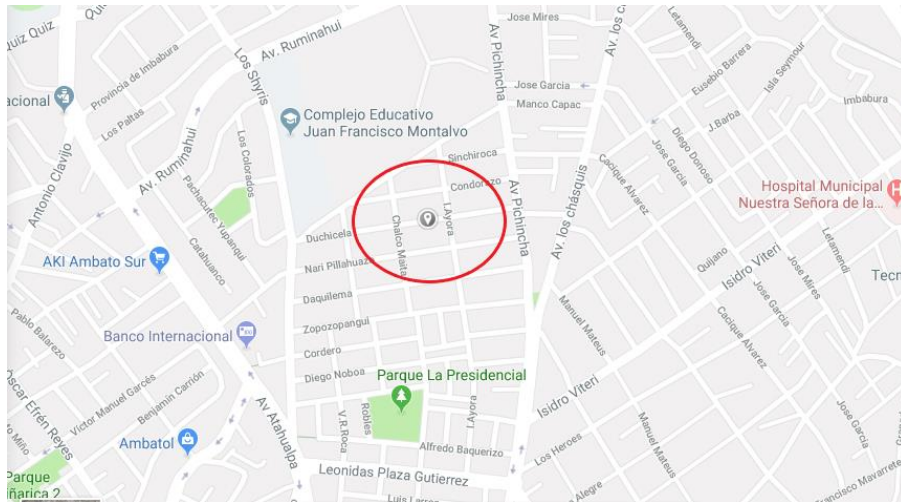


Figura 4.1 Sector La Pradera

Fuente: Google Maps

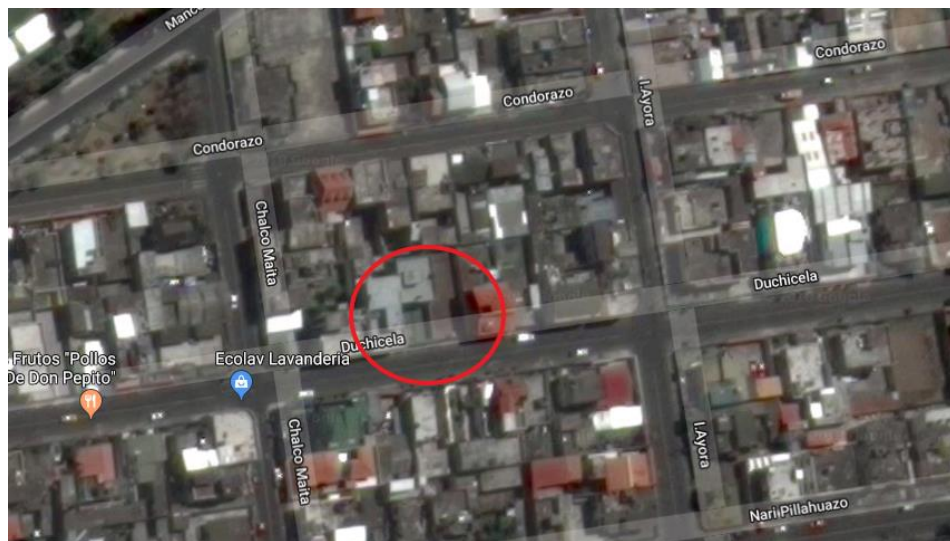


Figura 4.2 Calles Duchicela e Isidro Ayora

Fuente: Google Maps

4.2.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA DUMI S.A.

La distribución de la planta de la empresa DUMI S.A se presenta en la Figura 4.3; la misma que describe la ubicación idónea de la maquinaria, recursos materiales, producto y personal. Mediante esta distribución es posible realizar hojas de ruta, mejorar el manejo de materiales y establecer un lugar de servicio al cliente.



Figura 4.3 Distribución de Planta [8]

4.2.3 PRODUCTO – PROCESO

En este punto se detallan los procedimientos necesarios para la transformación de materia prima en producto final, obtenidos en base a una entrevista con la Ingeniera Andrea Heredia el 08/12/2018 (**Anexo R**). El desarrollo de las actividades en la empresa con su respectiva descripción y tiempo de proceso se describen en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Desarrollo de Actividades DUMI S.A. [8]

Actividad	Descripción	Tiempo
Recepción de materia prima	Se reciben los implementos para la realización del helado: cremas, fruta, vasos y paletas	20 min
Refrigeración de cremas	Las cremas necesitan un tiempo mínimo de refrigeración de 24 horas	24 h
Batido	Batir la crema para obtener la consistencia deseada	19 min
Mezclado / Homogenizado	Mezclar la crema con los frutos y la esencia de yogurt	5 min
Marmoleado	Untar la mermelada al contorno de los vasos	15 min
Envasado	Envasar la mezcla	30 min
Congelado	Congelar el producto por un mínimo de 2 horas	2 h
Almacenamiento	Almacenar en los congeladores	15 min
Distribución	Distribución a los puntos de venta	Indeterminado

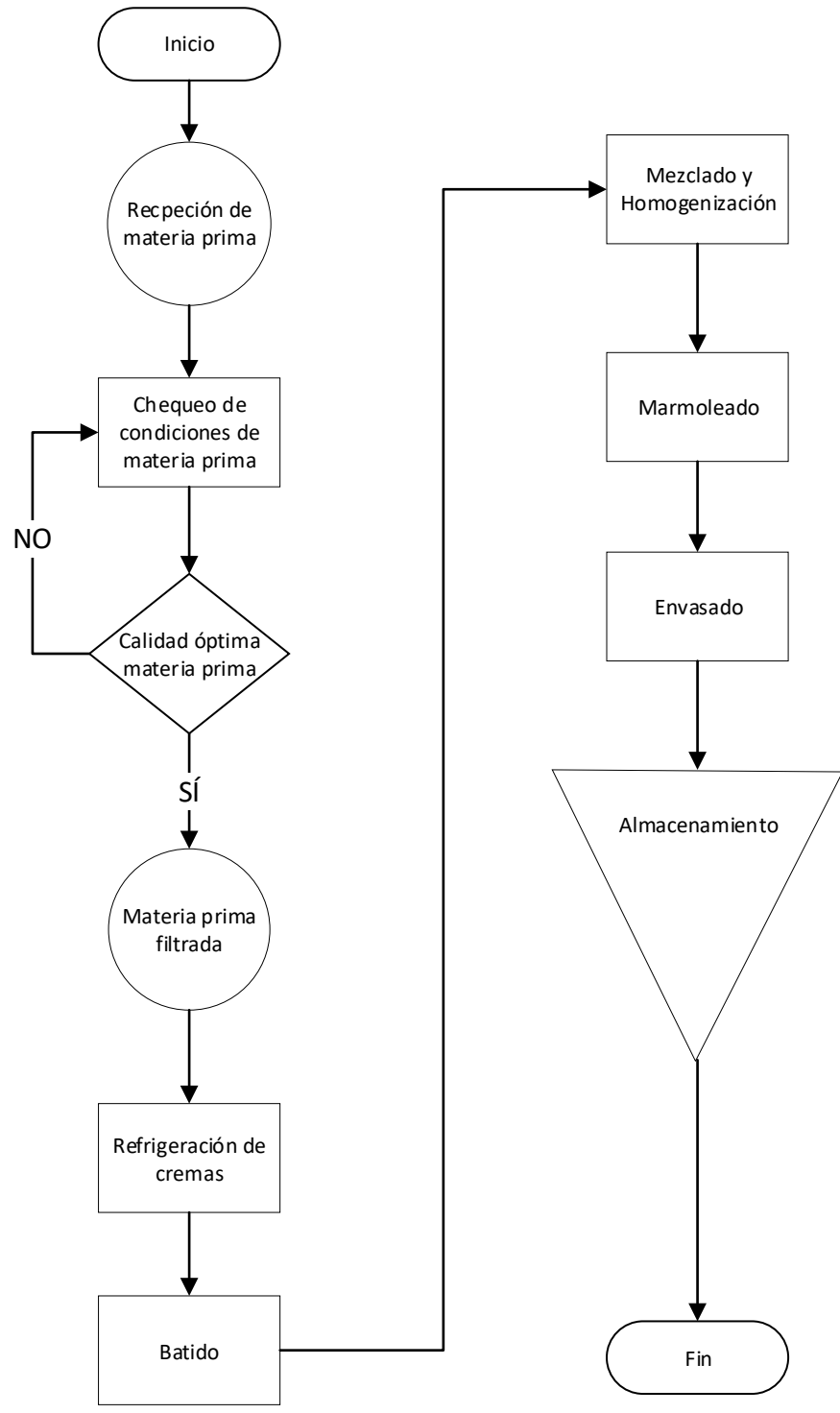


Figura 4.4 Diagrama de flujo del proceso de producción de la empresa [8]

En la Figura 4.4, se presenta un flujograma como la representación pictórica del proceso que realiza la empresa, mostrando detalladamente las fases que se atraviesan para conseguir el producto final.

El proceso inicia con la recepción de materia prima, que consta de crema de leche y frutas, en las instalaciones de la empresa. La materia prima pasa por un control para determinar posibles anomalías y posteriormente, ser filtrada. Una vez que la materia prima ha sido clasificada, se procede a la refrigeración de las cremas para que estén listas para el proceso de elaboración de los helados. El proceso de elaboración de los helados consta de los pasos siguientes: batido de cremas, mezclado, homogenización y marmoleado. Los pasos siguientes son el envasado del producto, congelado y el proceso termina con el almacenamiento.

4.2.4 ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO

Para garantizar la calidad del producto, este debe ser almacenado en base al cumplimiento previo de varias condiciones establecidas por la empresa. Las condiciones mencionadas a continuación se realizan mediante inspección visual del producto y son:

- Verificar que el producto esté bien congelado
- Chequeo del producto en busca de derrame de contenido
- Verificación de las condiciones de las paletas de helado y de los vasos

Una vez que las condiciones han sido cumplidas, el producto se coloca en empaques en los cuales se imprime la fecha de elaboración y expiración. El paso siguiente es almacenar el producto en los congeladores para prepararlos para su venta y distribución.

4.2.5 DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO

El gerente de DUMI S.A., es el encargado de la entrega de los productos directamente hacia un cliente intermedio, el mismo que se encarga de vender el producto. El proceso de distribución inicia en las instalaciones de la heladería DUMI S.A. de la ciudad de Ambato. Cada una de las actividades que se incluyen en este proceso son realizadas mediante inspección visual por parte de los obreros y el gerente.

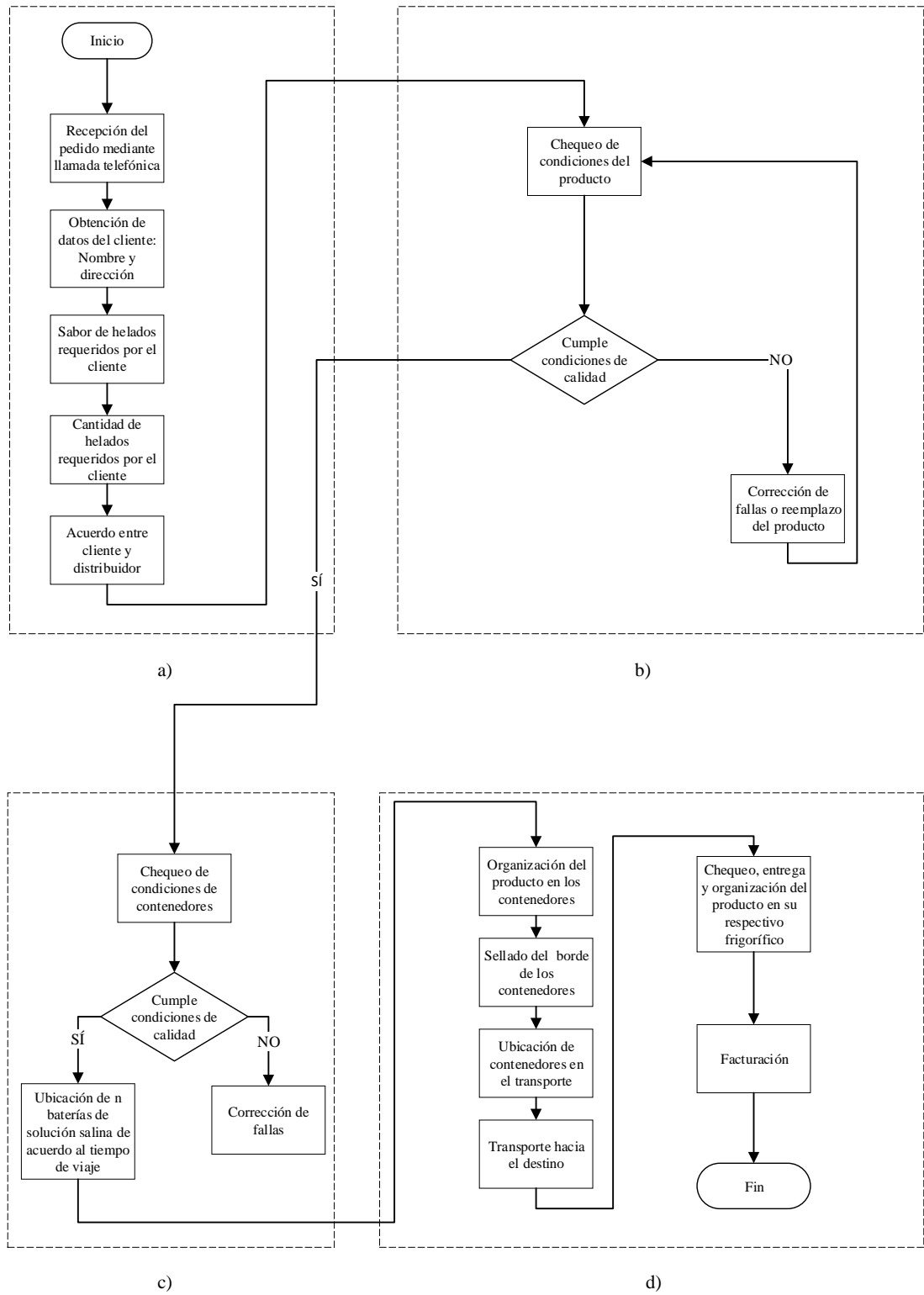


Figura 4.5 a) Pedido, b) Chequeo del producto, c) Condiciones de Contenedores, d) Transporte y Entrega

Elaborado por: Investigador

A continuación, se describe el diagrama de flujo de la Figura 4.5 que consta de cuatro bloques: a) Pedido, b) Chequeo del producto, c) Condiciones de contenedores y d) Transporte y entrega, usando tablas con tres parámetros principales: Actividad, Descripción y Tiempo. Las actividades mencionadas en el diagrama de bloques de la Figura 4.5 son realizadas mediante la interacción directa entre persona – producto, y se detallan a continuación:

Tabla 4.2 (a) Pedido

Actividad	Descripción	Tiempo
Recepción del pedido mediante llamada telefónica	El gerente recibe una llamada por parte de un cliente intermedio para realizar el pedido del producto	5 min
Obtención de datos del cliente	El gerente pregunta por el nombre y dirección del cliente	20 min
Sabor de helado requeridos por el cliente	El gerente pregunta por el sabor de helado que el cliente necesita para comprobar si dispone del producto	10 min
Cantidad de helados requeridos por el cliente	El cliente realiza la petición de la cantidad de helados que se requiere por cada sabor	5 min
Acuerdo entre cliente y distribuidor	Se llega a un acuerdo entre gerente y cliente para el día y la hora de entrega del producto	5 min

Elaborado por: Investigador

Tabla 4.3 (b) Condiciones del Producto

Actividad	Descripción	Tiempo
Chequear si el producto cumple con las condiciones de calidad	Tanto los obreros como el gerente, realizan una inspección visual para asegurar que el producto no tenga derrames de contenido, paletas rotas, fundas mal selladas y falla en la impresión de fecha de elaboración y caducidad	1 hora
Corrección de fallas	En caso de que el producto presente algún tipo de falla descrita en la actividad anterior, es sometido a un proceso de corrección o en su defecto, reemplazo del producto	20 min

Elaborado por: Investigador

Tabla 4.4 (c) Condiciones de los Contenedores

Actividad	Descripción	Tiempo
Chequeo de condiciones de contenedores	Los obreros realizan una inspección visual de las cajas de poliestireno extendido en busca de agujeros tanto en el recipiente como en la tapa del contenedor	15 min
Corrección de fallas	En caso de que una o varias cajas presenten algún tipo de anomalía, es sometida a un proceso de corrección o en su defecto, reemplazo	20 min
Ubicación de “n” baterías de solución salina de acuerdo al tiempo de viaje	Para mantener el producto en buen estado durante el transporte, se colocan baterías de solución salina en las paredes internas de los contenedores de tal manera que los helados puedan ser ubicados ordenadamente sin ningún problema. Las baterías se colocan de acuerdo al tiempo de viaje estimado: 1 h → 2 baterías ,2 h → 4 baterías,> 2 h → 6 o más baterías	10 min

Elaborado por: Investigador

Tabla 4.5 (d) Transporte y Entrega del Producto

Actividad	Descripción	Tiempo
Organización del producto en los contenedores	Los productos son almacenados por sabor y de manera ordenada, esto es, uno a continuación del otro para reducir el riesgo de daño por mala ubicación	25 min
Sellado del borde de los contenedores	Una vez que el producto ha sido ubicado en el contenedor, se realiza el sellado que consta de colocar la tapa y sellar los bordes usando cinta adhesiva	10 min
Ubicación de contenedores en el transporte	Los contenedores son ubicados en el transporte, uno a continuación del otro	10 min
Transporte hacia el destino	El transporte del producto es realizado por el gerente hacia cada destino del cliente intermedio	Localización del cliente intermedio
Chequeo, entrega y organización del producto en el frigorífico	Una vez que se llega al destino, el gerente realiza la entrega del producto al cliente y se encarga de organizar los helados en el frigorífico de acuerdo a su sabor y de manera ordenada (uno a continuación del otro)	20 min
Facturación	El gerente factura el precio a pagar por la cantidad de helados proporcionada y se lo entrega al cliente	10 min

Elaborado por: Investigador

La distribución del producto tiene como objetivos a las provincias de la Zona 3 del Ecuador y también a la zona centro de la ciudad de Quito. En la Figura 4.6 se muestra la ubicación geográfica las nueve zonas de planificación del territorio ecuatoriano y en la Tabla 4.6 se presentan las provincias correspondientes a cada zona.



Figura 4.6 Territorio nacional dividido en zonas [47]

Tabla 4.6 Clasificación de provincias por sus zonas geográficas

Zona	Provincias
1	Esmeraldas, Imbabura, Carchi, Sucumbíos
2	Pichincha (Excepto el cantón Quito), Napo y Orellana
3	Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Pastaza
4	Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas
5	Santa Elena, Guayas (Excepto los cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán)
6	Cañar, Azual, Morona Santiago
7	El Oro, Loja, Zamora Chinchipe
8	Cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán
9	Distrito Metropolitano de Quito

Elaborado por: Investigador

4.2.6 NÚMERO DE CLIENTES

En la Tabla 4.7 se muestran los clientes de la Heladería DUMI S.A. de acuerdo a su nombre, ubicación y distancia desde la matriz de DUMI ubicada en la ciudad de Ambato.

Tabla 4.7 Clientes DUMI S.A. [8]

Número	Cliente	Lugar	Provincia	Distancia
1	Virginia Ramos	Pailón	Tungurahua	40 km
2	Cecilia Bayas	Parque Baños	Tungurahua	38.3km
3	Deysi Villacis	Iglesia Baños	Tungurahua	38.3km
4	Cathy Ramos	Canopy Baños	Tungurahua	40 km
5	Rodrigo Moya	SPOCH	Chimborazo	55.9 km
6	Martha Samaniego	ESPE	Cotopaxi	48 km
7	Sandra Maya	Ficoa	Tungurahua	5.8 km
8	Fernando Cajas	Riobamba	Chimborazo	55.9 km
9	Nancy Barrionuevo	Patate	Tungurahua	27.9 km
10	Cecilia Velasteguí	Quisapincha	Tungurahua	11.3 km
11	Cristina Núñez	El Belén	Tungurahua	5.4 km
12	Martha Guevara	Cevallos Mónica	Tungurahua	13.5 km
13	Cristian Aldás	Cevallos Aprocalza	Tungurahua	13.5 km
14	Pamela Cortez	Quito	Pichincha	155.8 km
15	Isaura Sánchez	Ingahurco	Tungurahua	5km
16	María Mora	Ambato	Tungurahua	3km
17	Paola Suarez	Ambato	Tungurahua	3km

4.2.7 REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA

De acuerdo al análisis del proceso de distribución y almacenamiento del producto, se determinó que la empresa DUMI S.A. requiere la elaboración de un prototipo que permita realizar las funciones de:

- Ubicación del equipo de refrigeración
- Monitoreo del estado de temperatura de los frigoríficos
- Monitoreo de la cantidad de producto disponible en los puntos de venta
- Generación de alertas para temperaturas que puedan afectar las condiciones del helado

- Generación de alertas de la cantidad del producto

4.3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para cumplir con los requerimientos del sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos que se ajuste a los requerimientos y necesidades de la empresa DUMI S.A. de la ciudad de Ambato, brindando un servicio fidedigno y amigable al usuario, el prototipo se implementó en un frigorífico de la empresa y proporciona datos de utilidad, tales como temperatura, humedad y ubicación en tiempo real mediante una aplicación Android.

Por lo tanto, se construyó un dispositivo de dimensiones medianas con una alta fiabilidad, con el objetivo de no interrumpir el desempeño de las actividades cotidianas de los vendedores, proveyendo datos confiables y que en su mayoría esté equipado con elementos electrónicos económicos disponibles a nivel nacional.

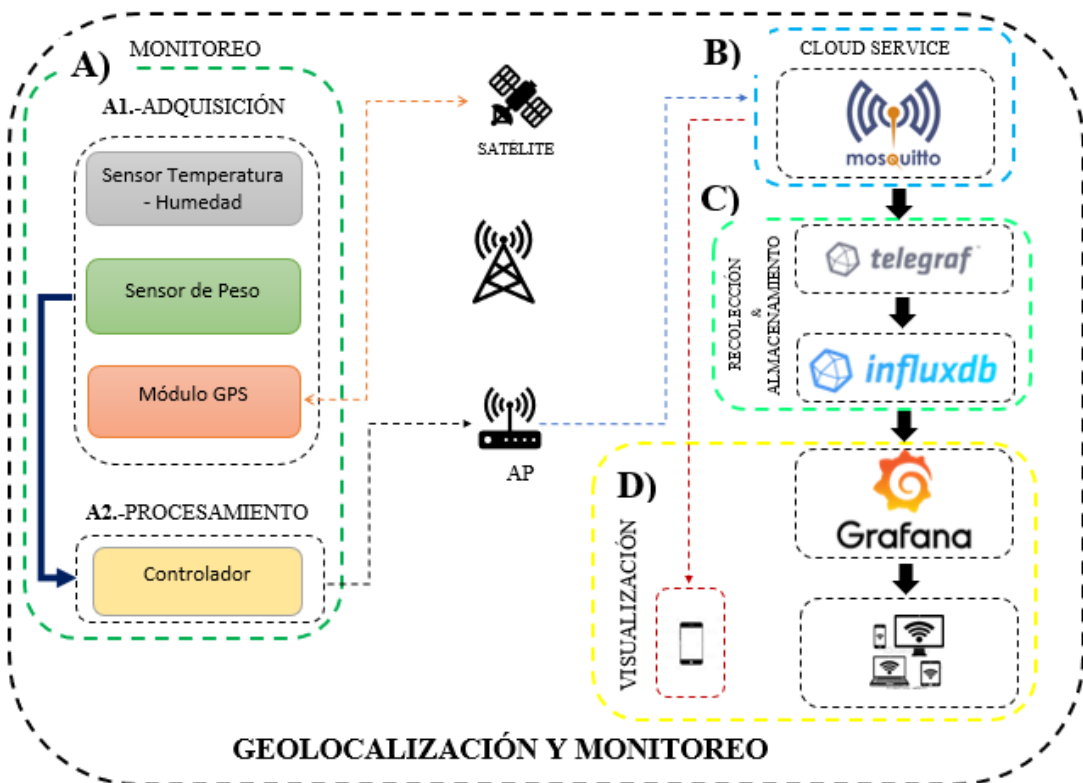


Figura 4.7 Esquema general del sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos

Elaborado por: Investigador

En la Figura 4.7 se muestra el esquema del sistema de Geolocalización y Monitoreo. Consta de varios bloques que a continuación, son descritos de manera general.

Bloque A, compuesto de dos sub-bloques: Adquisición, que mediante distintos tipos de sensores recolecta datos de mediciones como temperatura, peso, humedad, latitud y longitud; Procesamiento, formado por un controlador central, el cual es el encargado del procesar y acondicionar la señal proveniente de cada sensor.

Bloque B, compuesto por un servidor en la nube orientado a IoT denominado MQTT Bróker alojado en la web Cloudmqtt, que actúa como un canal que facilitará el envío de datos hacia la App Android de DUMI S.A.

Bloque C, que consta de un agente que se encarga de recolectar y reportar métricas, llamado Telegraf, desde un servidor MQTT hacia una base de datos denominada InfluxDB; la cual es una base de datos en la que se almacenan los datos de cada sensor recolectadas por Telegraf para posteriormente ser visualizadas en una interfaz gráfica.

Bloque D, este bloque se encarga de la presentación de datos, con la facilidad de mostrarlos en gráficos que van desde tablas hasta barras haciendo sencilla la interpretación de información para el usuario mediante un computador, utilizando una plataforma de análisis y monitoreo de datos llamada Grafana, vinculada a InfluxDB. Además, este bloque se encarga de presentar la información a través de una Aplicación Android instalada en el Smartphone del usuario.

A.- MONITOREO

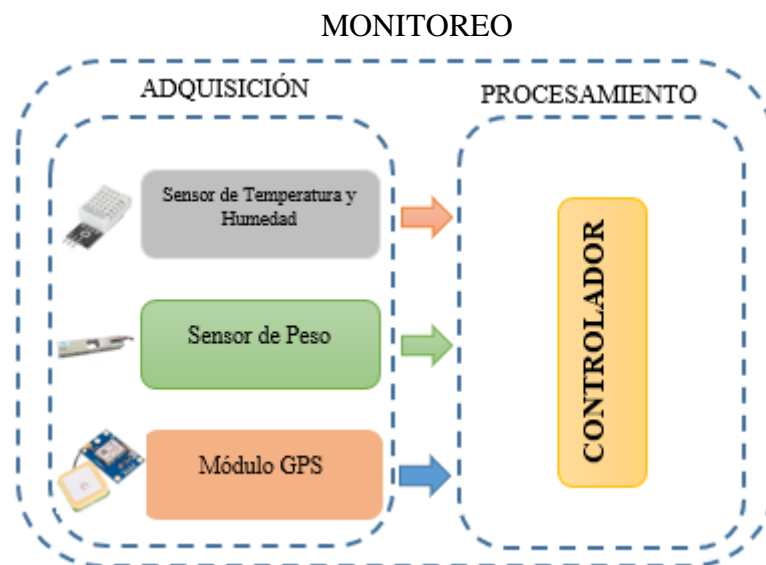
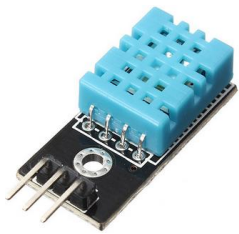

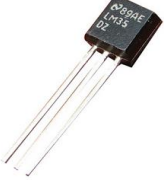


Figura 4.8 Etapa de monitoreo

Elaborado por: Investigador

En el bloque de Adquisición se usan tres tipos de módulos para la obtención de señales tales como Temperatura, Humedad, Peso, Latitud y Longitud. Para escoger el módulo adecuado que se ajuste a los requerimientos del sistema fue necesaria la realización de una tabla comparativa. Los datos con las características de cada sensor se presentan en la Tabla 4.8.




Tabla 4.8 Cuadro comparativo sensores de temperatura [48] [49] [50]

PARÁMETROS	DISPOSITIVO		
	DHT11 	DHT22 	LM35 
Alimentación	3V – 5V	3.3 – 6V	4V a 30V
Señal de Salida	Digital	Digital	Analógica
Rango de medida Temperatura	0 a 50 °C	-40°C a 80 °C	2°C a 150 °C (-55°C a 150°C con voltajes negativos)
Precisión Temperatura	±2 °C	<±0.5 °C	±0.5°C
Resolución Temperatura	0.1°C	0.1°C	±1/4°C
Rango de medida Humedad	De 20% a 90% RH	De 0 a 100% RH	Ninguna
Precisión Humedad	4% RH	2% RH	Ninguna
Resolución Humedad	1%RH	0.1%RH	Ninguna
Tiempo de respuesta	1s	2s	1.2s

Los tres dispositivos comparados tienen características similares. El sensor de temperatura LM35 además de tener salida analógica, no es capaz de medir temperaturas negativas a menos que se usen voltajes negativos y tampoco humedad; el sensor DHT11 entrega una salida digital, capacidad de medir humedad, pero a diferencia del sensor DHT22 que es capaz de medir temperaturas negativas, éste solo puede medir temperaturas positivas en un rango limitado (0 a 50 °C).

Por lo tanto, el sensor seleccionado para la elaboración del prototipo fue el DHT22, cuyas prestaciones superan por mucho a los dos candidatos mencionados y se ajustan a los requerimientos del sistema.

Tabla 4.9 Cuadro comparativo sensores de peso [51] [52]

PARÁMETROS	DISPOSITIVOS		
	Celda de carga TAL220 	Celda de carga de 50kg de Arduino 	Sensor de Fuerza MF01-N-220-A01 
Rango de temperatura de funcionamiento	-10 °C a 55 °C	0 °C a 50 °C	-20°C a 70 °C
Capacidad	3Kg a 50 Kg	40 kg a 50Kg	10kg
Voltaje de excitación	3V a 10 V	10 v	5V
Resistencia	1000±15 (entrada) y 1000±10 (salida)	1000 ±20 (entrada) y 1000±20 (salida)	>20Mohm (Sin carga)
Salida nominal	1.0±0.15 mV	1.0±0.15 mV	-----
No linealidad	±0.05% FS	0.03% FS	-----
Histéresis	±0.03% FS	0.03% FS	-----
Repetitividad	±0.03% FS	0.03% FS	±5%
Precio	16 dólares	20 dólares	7.57 dólares
Uso de ADC Hx711	Sí	Sí	No
Disponible en Ecuador	Sí	Sí	No

El sensor de fuerza MF01 no se encuentra disponible en Ecuador ni cuenta con la opción de usar un ADC Hx711 para mejorar la precisión, queda descartado. Por otro lado, la celda de carga de 50kg de Arduino tiene características similares a la celda de carga TAL220, pero presenta el inconveniente de no trabajar a temperaturas inferiores a 0°C como se muestra en la Tabla 4.9, por lo que para la realización de este proyecto se usará la celda de carga TAL220 con la que se puede usar un ADC Hx711 para mejorar la precisión en las mediciones y, además, trabajar a temperaturas bajo cero; esta última característica es de vital importancia ya que el prototipo del sistema fue implementado en un equipo de refrigeración.

Tabla 4.10 Cuadro comparativo dispositivos de posicionamiento global [53] [54] [55]

PARÁMETROS	DISPOSITIVOS GPS		
	GPS Ublox Neo 6m 	SIM 908 	SHIELD ARDUINO SIM808 
Dimensiones	31 x 24 mm	81 x 70 mm	50.13 x 77.64 mm
Voltaje de Alimentación	3.3 V - 5 V	5 – 10 V	5 V – 10 V
Temperatura	-40 °C a 85 °C	-40°C a 85 °C	-40°C a 85 °C
Canales de recepción	50 canales, GPS L1 frequency, C/A CodeSBAS: WAAS, EGNOS, MSAS	42 canales, GPS L1 C/A code, High-performance STE engine	66 canales, GPS L1 C/A code
Modo de comunicación	Librerías Arduino	Comandos AT	Comandos AT
Tiempo de primera respuesta de GPS	27 s	30 s	30 s
Sensibilidad	-162 dBm	-160 dBm	-165 dBm
Protocolos de recepción GPS	NMEA, UBX binary y RCTM	NMEA, OSP	NMEA
Costo	BAJO (15 dólares)	ALTO (45 dólares)	ALTO (45 dólares)

A pesar de sus dimensiones tan pequeñas en comparación con las tarjetas SIM908 y SIM808, el GPS Ublox Neo 6m presenta una gran variedad de ventajas como un tiempo de primera respuesta GPS menor a las otras dos tarjetas, combinado con el uso de varios protocolos de recepción y un costo sumamente bajo, lo que lo convierte en la mejor elección para la elaboración del sistema de geolocalización.

PROCESAMIENTO

ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA

La elección de la tecnología inalámbrica empleada para la transmisión de datos se basa en los requerimientos de diseño tales como: transmisión eficiente de información y gran alcance. Con base en estos factores, se realiza un análisis técnico comparativo de las principales tecnologías inalámbricas y posteriormente, se elige la que mejor se

ajuste tanto al hardware como al software utilizado en la implementación del sistema de geolocalización y monitoreo.

Tabla 4.11 Cuadro comparativo tecnologías inalámbricas [22]




PARÁMETROS	TECNOLOGÍAS			
	BLUETOOTH	ZIGBEE	WI-FI	GSM -GPRS
Estándar	802.15.1	802.15.4	802.11	GSM
Frecuencia de la Señal	2.4 Ghz	2.4 Ghz 915 Mhz 868 Mhz	2.4 – 5 Ghz	300-1200 Mhz Banda Privada
Ancho de banda	1 Mbps	20-250Kps	2-100 Mbps	20- 100 Mbps
Número de nodos por red	7	65000	255	Dependiente de la operadora celular
Distancia de transmisión sin interferencias	10-100 m	1 -75 m	50-100 m	Depende de la operadora
Memoria	100KB	32-60KB	100KB	Dependiente de los dispositivos que se utilicen
Topología	Punto a punto, estrella, árbol	Punto a punto, estrella, malla, árbol, clúster	Bus, anillo, estrella, árbol	Topología celular

En la actualidad, existen varios tipos de tecnologías inalámbricas con las que se pueden realizar el proyecto, no obstante, se descarta la utilización de la tecnología Bluetooth debido a que la zona de cobertura que provee es muy limitada. Los módulos Zigbee, debido a su elevado costo, quedan descartados. WI-FI, basada en el estándar 802.11 presenta un amplio rango de cobertura, además de su versatilidad en el uso y una amplia gama de dispositivos con un precio accesible. La tecnología GSM/GPRS tiene una cobertura mucho mayor a las tecnologías antes mencionadas, sin embargo, para su uso se requiere un chip celular con saldo disponible para realizar la comunicación, lo que resultaría en un costo elevado para el usuario.

Por lo tanto, para la realización del prototipo se consideró la utilización de la tecnología WI-FI debido a su facilidad para conectarse a la red de Internet, su amplia gama de equipos y su versatilidad en el uso.

Para la etapa de Procesamiento se realizó un análisis de varios dispositivos que puedan cumplir la función de controlador central. Las características de cada dispositivo son presentadas en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12 Cuadro comparativo dispositivos de comunicación inalámbrica



PARÁMETROS	DISPOSITIVOS WI-FI		
	SHIELD WI-FI ARDUINO HDG204 	ESP8266 NODEMCU 	ESP32 WROOM-32 
Estándar	802.11 b/g	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n
Potencia de Tx	17 dBm	20 dBm	20.5 dBm
Umbral de Recepción	-88 dBm (11Mbps)	-91 dBm (11Mbps)	-93 dBm (MSC0, HT20)
Voltaje de Alimentación	3.3 V – 1.2 V	3.3 V	3.3 V
Frecuencia de Operación CPU	Depende del microprocesador que se utilice	160Mhz	2x240 Mhz
Rango de Frecuencia WIFI	2.4 Ghz	2.412 – 2.484 GHz	2.4 – 2.5 Ghz
Protocolo de Red	Ipv4, HTTP	Ipv4, TCP/UDP HTTP/FTP/	Ipv4, Ipv6, SSL, TCP/UDP HTTP/FTP/WQTT
Microprocesador	Depende del modelo	16 bits	32 bits
Consumo de Corriente mín.	250 mA	80 mA	80 mA
Tipo de comunicación	SDIO/SPI and UART	SPI, UART, I2C, I2S, PWM, GPIO	UART, SPI, SDIO, I2C, PWM, I2S, IR
Seguridad	WPA2, WEP	WPA, WPA2	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
Modo ahorro de energía	Power Save Mode	Ultra Low Power	Low Power
Costo	ALTO (80 dólares)	BAJO (11 dólares)	BAJO (12 dólares)
Disponibilidad en Ecuador	SI	SI	SI

Elaborado por: Investigador

Una de las principales desventajas que presenta el dispositivo Shield de Arduino a comparación de las tarjetas ESP32 y ESP8266 es el limitado uso de protocolos de comunicación. Además de su alto consumo de energía, el cual alcanza los 250mA frente a los 80mA de los dispositivos ESP, su costo en el mercado es muy elevado. Por otro lado, el dispositivo ESP32 es claramente superior a la ESP8266, con un mayor umbral de recepción, mayor frecuencia de operación, variedad de protocolos y mayor potencia de transmisión. Por las características antes mencionadas, para la realización del prototipo se usó la tarjeta ESP32 como controlador central en la etapa de procesamiento de información.

B.- CLOUD SERVICE

Tabla 4.13 Cuadro comparativo de brókers en la nube



PARÁMETROS	Bróker	
	CloudMQTT 	Flespi 
IoT	✓	✓
MQTT	✓	✓
Alarmas	✓	X
Administración por panel web	✓	✓
Bridges	✓	X
Soporte QoS	✓	✓
Planes Económicos	✓	X
Websockets UI	✓	✓

Elaborado por: Investigador

CloudMQTT presenta características similares a Flespi, como son la integración con dispositivos IoT, el uso del protocolo MQTT, administración por panel web, entre otras. Sin embargo, Flespi no cuenta con una característica importante para la realización de este proyecto: la opción de optar por un plan económico. CloudMQTT, ofrece al usuario la posibilidad de trabajar con un plan gratuito y brinda la opción de actualizarlo a uno corporativo en caso de necesitar una mayor velocidad de transmisión e integrar una gran variedad de dispositivos. En consecuencia, en el presente proyecto, se usó el Bróker en la nube CloudMQTT, debido a que se ajusta a las necesidades y características requeridas para la realización de este proyecto.

C.- RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO

Tabla 4.14 Cuadro comparativo bases de datos

PARÁMETROS	Bases de Datos	
		
Lenguaje de Programación	C, C++	Go
Compatibilidad con Telegraf	X	✓
Compatibilidad con Grafana	X	✓
Integración con IoT	Baja	ALTA
Reporte de métricas	X	✓
S.O. Compatible	Windows, Linux	Linux

Elaborado por: Investigador

Para esta etapa se optó por el uso de InfluxDB, que es una distribución Open Source codificada en el lenguaje de programación Go desarrollado por Google, lo que garantiza una alta compatibilidad con Telegraf (Codificación Go).

InfluxDB funciona de manera adecuada si se usa un recolector de datos codificado en su mismo lenguaje, se escogió Telegraf para recolectar los datos enviados por los sensores a través de MQTT Server, garantizando el envío y recolección de información de manera eficaz.

Por los motivos antes mencionados, se usó InfluxDB conjuntamente con Telegraf para el proceso de Recolección y Almacenamiento de datos. La Figura 4.9 muestra la etapa de Recolección y Almacenamiento.

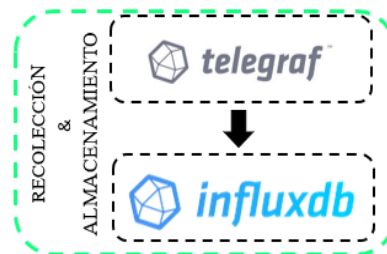


Figura 4.9 Etapa de recolección y almacenamiento de datos

Elaborado por: Investigador

4.3.1 INSTALACIÓN DE INFLUXDB

La instalación de InfluxDB se realizó mediante la consola de Ubuntu. Los comandos usados se muestran a continuación.

1.- Agregamos el key de Influx

```
root@GORILLA:~# sudo curl -sL https://repos.influxdata.com/influxdb.key | sudo apt-key add -
```

2.- Agregamos los repositorios, los actualizamos e instalamos Influx usando apt

```
root@GORILLA:~# source /etc/lsb-release
```

```
root@GORILLA:~# echo "deb https://repos.influxdata.com/${DISTRIB_ID,,}
${DISTRIB_CODENAME} stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/influxdb.list
```

```
root@GORILLA:~# sudo apt update
```

```
root@GORILLA:~# sudo apt install influxdb -y
```

3.- Cuando la instalación finaliza inicializamos influxdb service y lo activamos para que se inicie cada vez que arranque el sistema operativo

```
root@GORILLA:~# sudo systemctl start influxdb
```

```
root@GORILLA:~# sudo systemctl enable influxdb
```

4.- Verificamos que el puerto de InfluxDB esté en modo “ESCUCHAR”, usando el comando `netstat -plntu`; tal y como se muestra en la Figura 4.10.

```
root@GORILLA:~# netstat -plntu
```

Comando netstat -plntu

Puerto en modo ESCUCHAR

```
root@GORILLA:/home/gorilla# netstat -plntu
Conexiones activas de Internet (sólo servidores)
Proto Recib Enviad Dirección local Dirección remota Estado PID/Program name
tcp 0 0 127.0.0.53:53 0.0.0.0:* ESCUCHAR 735/systemd-resolve
tcp 0 0 127.0.0.1:631 0.0.0.0:* ESCUCHAR 4281/cupsd
tcp 0 0 127.0.0.1:8088 0.0.0.0:* ESCUCHAR 1307/influxd
tcp 0 0 0.0.0.0:1883 0.0.0.0:* ESCUCHAR 811/mosquitto
tcp6 0 0 :::8086 :::* ESCUCHAR 1307/influxd
tcp6 0 0 :::1:631 :::* ESCUCHAR 4281/cupsd
tcp6 0 0 :::3000 :::* ESCUCHAR 1306/grafana-server
```

Figura 4.10 Chequeo de estado del puerto de InfluxDB

Elaborado por: Investigador

5.- Como paso final se comprueba que InfluxDB esté activo y funcionando en el sistema. La Figura 4.11 muestra este proceso.

Influx activo y funcionando

Comando systemctl status influxdb

```
root@GORILLA:/home/gorilla
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
root@GORILLA:/home/gorilla# systemctl status influxdb
● influxdb.service - InfluxDB is an open-source, distributed, tim
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/influxdb.service; enabled;
   Active: active (running) since Wed 2019-09-25 18:58:11 -05; 5h
     Docs: https://docs.influxdata.com/influxdb/
    Main PID: 1307 (influxd)
      Tasks: 15 (limit: 4915)
     CGroup: /system.slice/influxdb.service
            └─1307 /usr/bin/influxd -config /etc/influxdb/influxdb
```

Figura 4.11 Estado de InfluxDB

Elaborado por: Investigador

4.3.2 CONFIGURACIÓN DE TELEGRAF

Al igual que Influx, Telegraf también fue instalado usando la consola del Sistema Operativo Ubuntu. Los pasos se muestran a continuación:

1.-Para la configuración de Telegraf se debe modificar el archivo **Telegraf.conf** ubicado en: **/etc/telegraf/telegraf.conf**. Accedemos a través del comando mostrado a continuación:

```
root@GORILLA:~# nano /etc/telegraf/telegraf.conf
```

La Figura 4.12 muestra el archivo Telegraf.conf en el que se configuraron varios parámetros que en los siguientes pasos serán descritos a detalle.

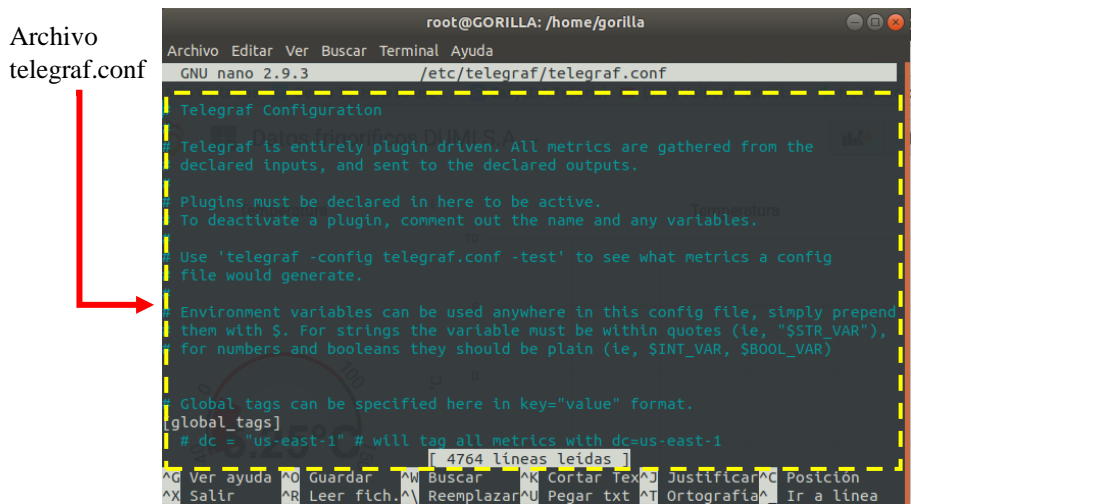


Figura 4.12 Archivo de telegraf a ser configurado

Elaborado por: Investigador

2.- Nos dirigimos hacia “**Output Plugins**”, y configuramos el destino para los datos recolectados por Telegraf, como se muestra en la Figura 4.13.

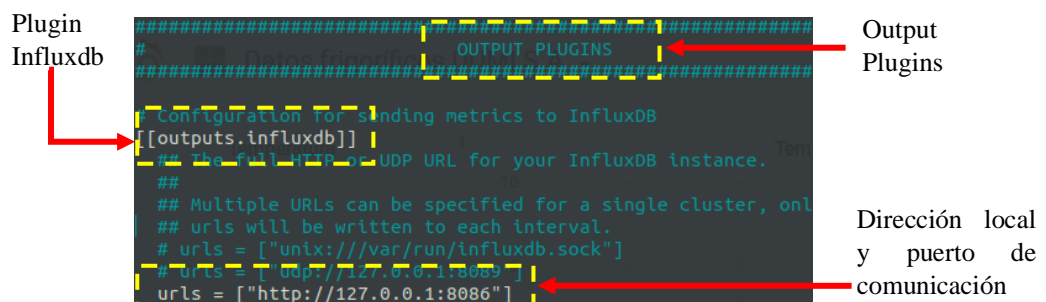


Figura 4.13 Output plugins

Elaborado por: Investigador

Quitamos el comentario (##) del plugin `[[outputs.influxdb]]` y también de la opción de `urls = ["http://127.0.0.1:8086"]` especificando el puerto por el que sucederá la comunicación (8086).

3.- La Figura 4.14 muestra las demás opciones que se deben descomentar. Las opciones que han sido descomentadas cambian de un color turquesa oscuro a blanco.

```
## The target database for metrics; will be created as needed.
database = "mqttbase"
## database already exists.
skip_database_creation = false

## the default retention policy. Only takes effect when using
retention_policy = ""

## Only takes effect when using HTTP.
write_consistency = "any"

## Timeout for HTTP messages.
timeout = "5s"

## HTTP Basic Auth
username = "mqttuser"
password = "1234"
```

Figura 4.14 Opciones a ser descomentadas

Elaborado por: Investigador

Se especifica el nombre de la base de datos creada en Influxdb que en este caso fue **“mqttbase”** y se asigna un usuario y contraseña: **user: mqttuser /pass: 1234**.

4.- Nos dirigimos a la sección de **“Input Plugins”** y quitamos el comentario de las líneas que se muestran en la Figura 4.15.

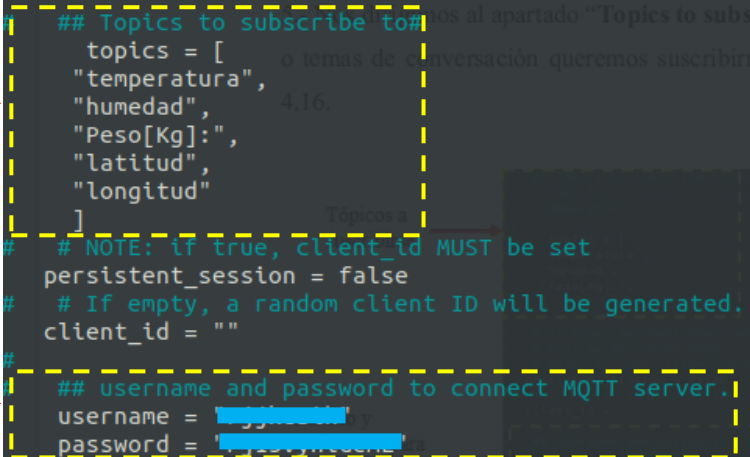
```
## Read metrics from MQTT topic(s)
[[inputs.mqtt_consumer]]
## MQTT broker URLs to be used. The format should be
## scheme://host[:port]
servers = ["tcp://m15.cloudmqtt.com:18399"]
```

Figura 4.15 Input plugins a descomentar

Elaborado por: Investigador

Al activar `[[inputs.mqtt_consumer]]` le informamos a Telegraf el plugin usado para obtener los datos, especificando la dirección de el/los servidores usados y el puerto para la conexión: `servers = ["tcp://m15.cloudmqtt.com:18399"]`

5.- Nos dirigimos al apartado **“Topics to subscribe to”** para especificar a qué tópicos o temas de conversación queremos suscribirnos. Este paso se muestra en la Figura 4.16.



Tópicos a suscribirse

```
## Topics to subscribe to#
  topics = [
    "temperatura",
    "humedad",
    "Peso[Kg]:",
    "latitud",
    "longitud"
  ]
# # NOTE: if true, client_id MUST be set
persistent_session = false
# # If empty, a random client ID will be generated.
client_id = ""
#
## username and password to connect MQTT server.
username = "username"
password = "password"
```

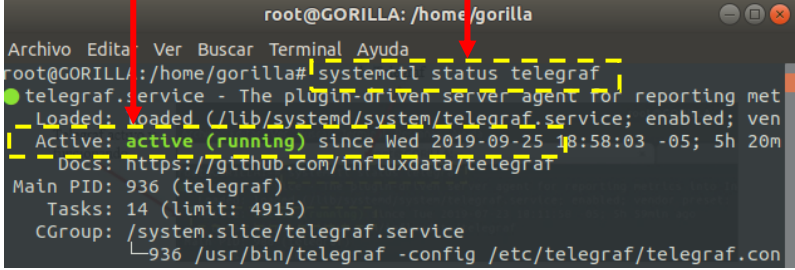
Usuario y contraseña para conexión con CloudMQTT

Figura 4.16 Apartado **“Topics to suscribe to”**-Usuario y contraseña Cloud MQTT

Elaborado por: Investigador

En la sección **“Topics to subscribe to”** se especifican los temas de conversación o tópicos a los que Telegraf se va a suscribir para obtener los datos. Por otro lado, también es necesario escribir el usuario y contraseña de nuestro servidor CloudMQTT para una conexión exitosa con Telegraf.

Paso 6.- Como punto final se verifica que Telegraf está activado y funcionando.



Telegraf activo y funcionando

Comando `Systemctl status telegraf`

```
root@GORILLA: /home/gorilla
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
root@GORILLA: /home/gorilla# systemctl status telegraf
● telegraf.service - The plugin-driven server agent for reporting met
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/telegraf.service; enabled; ven
   Active: active (running) since Wed 2019-09-25 18:58:03 -05; 5h 20m
     Docs: https://github.com/influxdata/telegraf
   Main PID: 936 (telegraf)
    Tasks: 14 (limit: 4915)
   CGroup: /system.slice/telegraf.service
           └─936 /usr/bin/telegraf -config /etc/telegraf/telegraf.con
```



Figura 4.17 Chequeo estado de Telegraf

Elaborado por: Investigador

Para comprobar el estado de Telegraf se usó el comando `systemctl status telegraf`. En la Figura 4.17 se comprueba el estado “activado” de Telegraf.

D.-VISUALIZACIÓN

Tabla 4.15 Cuadro comparativo plataformas gráficas

PARÁMETROS	Plataformas Gráficas	
	Grafana 	RapidSpike 
Integración con InfluxDB	✓	X
Variedad en Presentación de Datos	✓	✓
Métricas MQTT	✓	✓
Alertas	✓	✓
Código Base	Go	----
Costo	Gratis	\$ 10/Mes
Sistema Operativo Compatible	Linux	Página Web

Elaborado por: Investigador

Para esta etapa se utilizó Grafana, una poderosa plataforma de software libre orientada al monitoreo y presentación de datos. En comparación con RapidSpike, Grafana es de distribución gratuita, además, está programada en el lenguaje Go creado por Google, garantizando un alto grado de compatibilidad entre aplicaciones con el mismo código base, cualidades que la convirtieron en la mejor opción para presentar los datos almacenados en InfluxDB.

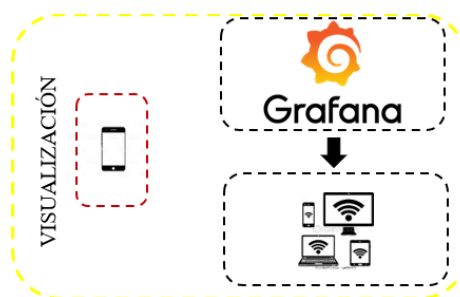


Figura 4.18 Etapa de visualización

Elaborado por: Investigador

En el proceso de visualización (Figura 4.18) los datos recolectados por Telegraf y almacenados en la base de datos InfluxDB, son mostrados en Grafana, que es el encargado de la visualización de cada dato proveniente de la base de datos. Permite

presentar la información de una manera muy amigable para el usuario, la cual va desde histogramas hasta tablas en las que se pueden visualizar cada uno de los datos adquiridos por los sensores de Temperatura, Humedad y Peso con la finalidad de que el usuario pueda analizar los datos obtenidos cuando lo desee. El proceso de visualización también incluye la presentación de información en tiempo real además de la ubicación del equipo de refrigeración en Google Maps usando coordenadas geográficas, esto es Latitud y Longitud. Estos datos son visualizados por el usuario a través de la Aplicación Móvil “DULZURA MIA S.A” instalada en un dispositivo Android. La Aplicación “DULZURA MÍA S.A” fue desarrollada por el investigador específicamente para este propósito.

4.3.3 ELECCIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO

Para la elección del sistema operativo se consideraron tres opciones, las cuales se describen en la Tabla 4.16.

Tabla 4.16 Cuadro comparativo sistemas open source [56]

Características	Ubuntu	Fedora	OpenSUSE
Creador	Canonical Ltd.	Fedora Project	SUSE
Productor	Canonical Ltd.	Fedora Project	Linux Novell Inc.
Distribución Base	Debian	Red Hat Linux	SUSE Linux
Arquitecturas	X86, x86-64 Itanium	X86, x86-64	X86, x86-64
Procesador	700Mhz	Superior a 1 GHz	AMD64/Intel64
Memoria RAM	512 Mb	1Gb	1Gb
Espacio en Disco	5Gb	10Gb	Superior a 6Gb
Compatibilidad y Amplia Gama De Librerías	Alta	Media	Media

Una vez analizados los parámetros descritos en la Tabla 4.16, se eligió el Sistema Operativo Ubuntu debido a que requiere un procesador de gama baja, bajo consumo de memoria RAM y espacio para la instalación de 5Gb claramente menor al de los sistemas Fedora y OpenSUSE, características que reducirán al mínimo el consumo de recursos en el computador.

4.3.4 CONFIGURACIÓN DE GRAFANA

Dado que la instalación de Grafana es similar a la de Influx y Telegraf, se omitieron los pasos de instalación y se continua directamente con la configuración. Los pasos a seguir se detallan a continuación.

1.- Una vez instalado Grafana en el equipo a usar, comprobamos que su puerto (3000) esté en modo ESCUCHAR. Para esto digitamos en consola el comando “netstat -plntu”. Los resultados son presentados en la Figura 4.19.

Puerto de trabajo de Grafana

Comando netstat -plntu

Puerto de Grafana en modo Escuchar

```
root@GORILLA:~/home/gorilla# netstat -plntu
Conexiones activas de Internet (solo servidores)
Proto Recib Envíad Dirección local Dirección remota Estado PID/Program name
tcp 0 0 127.0.0.53:53 0.0.0.0:* ESCUCHAR 735/systemd-resolve
tcp 0 0 127.0.0.1:631 0.0.0.0:* ESCUCHAR 4281/cupsd
tcp 0 0 127.0.0.1:8088 0.0.0.0:* ESCUCHAR 1307/influxd
tcp 0 0 0.0.0.0:1883 0.0.0.0:* ESCUCHAR 811/mosquitto
tcp6 0 0 :::8086 :::* ESCUCHAR 1307/influxd
tcp6 0 0 :::631 :::* ESCUCHAR 4281/cupsd
tcp6 0 0 :::3000 :::* ESCUCHAR 1306/grafana-server
tcp6 0 0 :::8888 :::* ESCUCHAR 1304/chronograf
tcp6 0 0 :::1883 :::* ESCUCHAR 811/mosquitto
```

Figura 4.19 Chequeo del estado de Grafana

Elaborado por: Investigador

2.- Comprobado el funcionamiento de Grafana, se procede a configurar las características para la recepción de datos desde InfluxDB. La Figura 4.20 muestra la interfaz de inicio de Grafana.



Figura 4.20 Interfaz de inicio de Grafana

Elaborado por: Investigador

Una vez dentro, en la pestaña “Data Sources” establecemos el nombre de la conexión como “mqttdata”. Especificamos el url mediante el cual se llevará a cabo la comunicación; cabe mencionar que el url debe incluir el puerto por el que trabaja InfluxDB: 8086. Nos dirigimos a la opción de “InfluxDB Details” y especificamos el nombre de la base de datos (mqttbase), además del usuario y contraseña de la misma. La Figura 4.21, muestra los parámetros de configuración de Grafana.

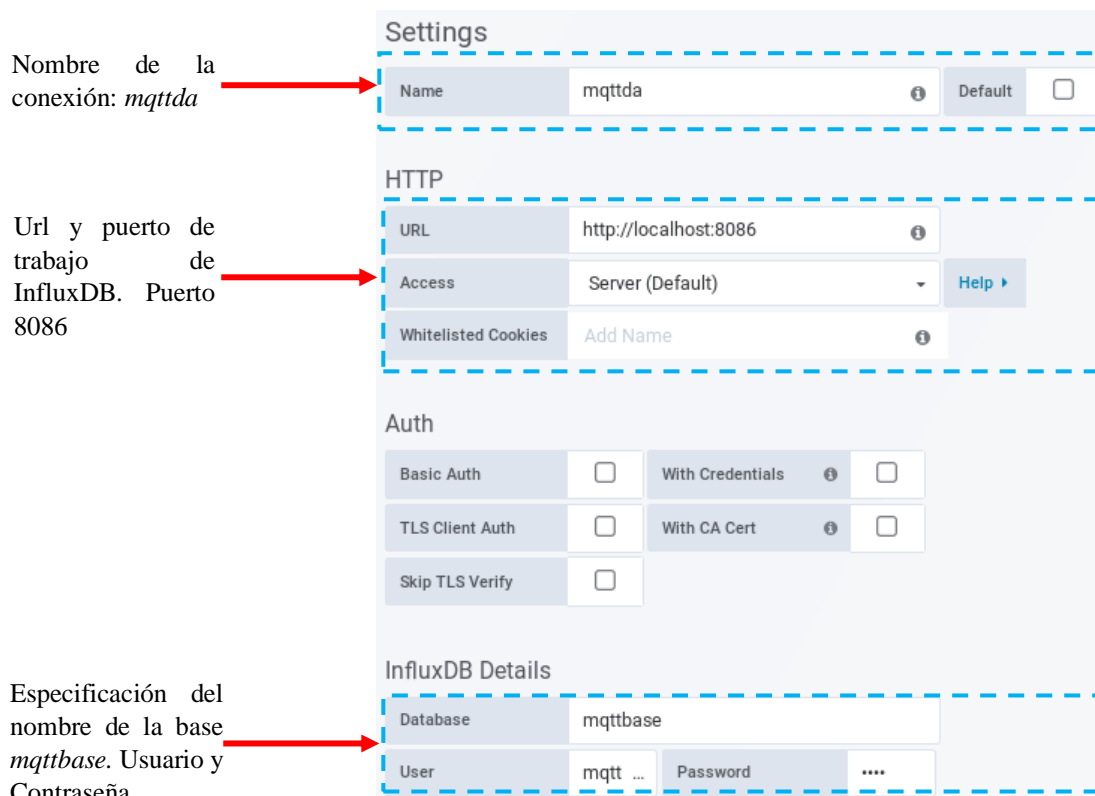


Figura 4.21 Parámetros de configuración de Grafana

Elaborado por: Investigador

3.- Una vez configurados los parámetros, agregamos indicadores, gráficos y tablas para presentar la información de una manera amigable para el usuario. En la Figura 4.22 se observa el DashBoard creado en Grafana; incluye indicadores para temperatura, humedad y peso, además consta de gráficos de líneas y tablas con los valores de las tres variables medidas.



Figura 4.22 Interfaz gráfica de Grafana Dashboard

Fuente: Investigador

4.3.5 PLATAFORMA CLOUD MQTT

Los pasos a seguir para la configuración y creación del servidor MQTT en la nube se detallan a continuación.

1.- Al digitar la dirección “www.cloudmqtt.com” en el navegador se muestra la interfaz de inicio de CloudMQTT con la opción para ingresar, en la parte superior derecha. En la Figura 4.23 se muestra la interfaz de inicio de CloudMQTT.

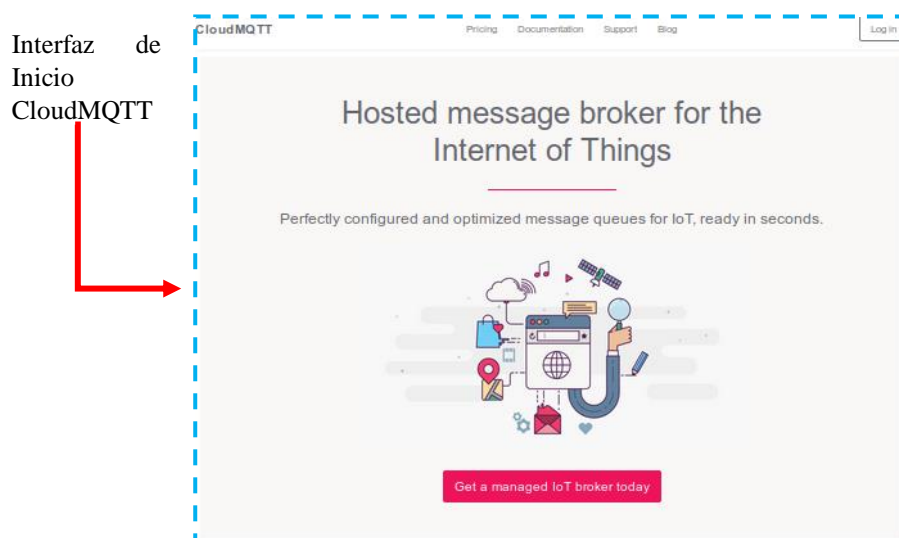


Figura 4.23 Interfaz de inicio de CloudMQTT

Elaborado por: Investigador

Se eligió el plan Cute Cat por motivos de costes ya que a futuro se podrá mejorar el plan si se desea implementar un mayor número de conexiones.

2.- La interfaz de opciones para crear una instancia cuenta con cuatro pasos:

Paso 2.1: Se especifica el nombre de la instancia y el tipo de plan que se va a usar. El tipo de plan será **Cute Cat – Free**, mismo que no tiene costo. La Figura 4.24 muestra este proceso.



Figura 4.24 Nombre de la instancia y tipo de plan

Elaborado por: Investigador

Paso 2.2: Se escribe el nombre de la instancia en la opción **Name**. Se presiona el botón **Select Region** y el usuario es redirigido a las opciones de selección de región mostrada a continuación:



Figura 4.25 Selección de región – botón Review

Elaborado por: Investigador

Paso 2.3: Presionamos en el botón **Review** (ver Figura 4.25), el cual muestra un resumen de la configuración de la instancia que hemos creado, tal como se muestra en la Figura 4.26.

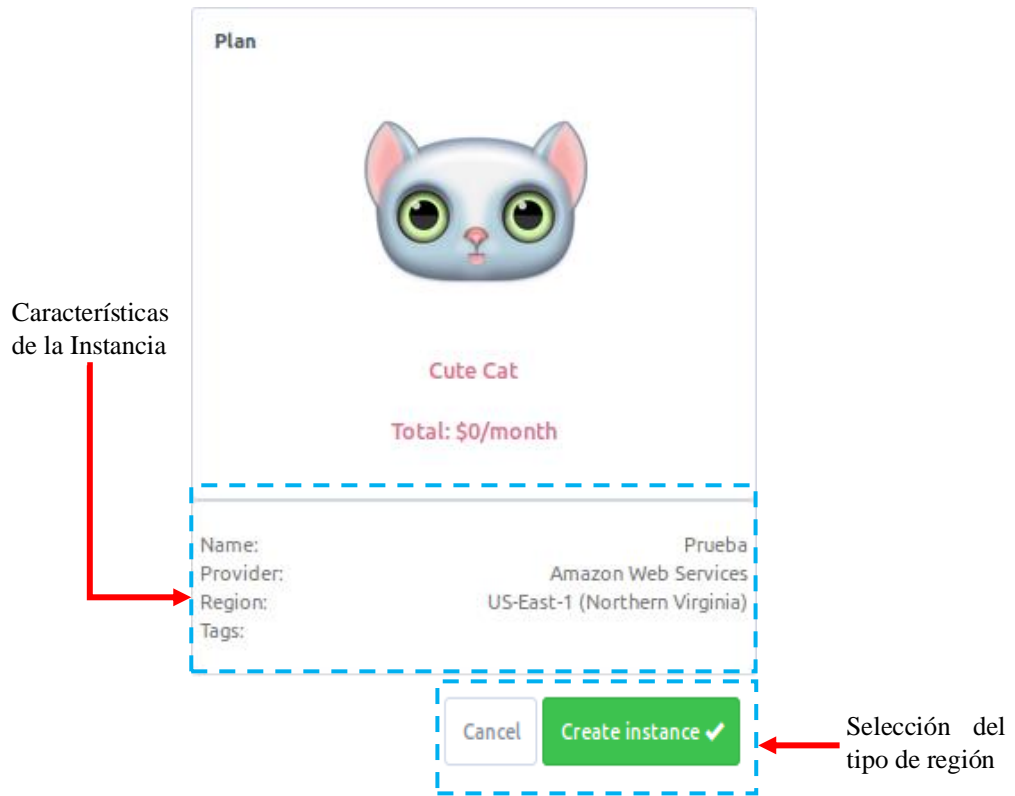


Figura 4.26 Resumen de la instancia – Botón Crear Instancia

Elaborado por: Investigador

Paso 2.4: Al presionar el botón **Create Instance**, la instancia es creada de acuerdo a los parámetros establecidos anteriormente. La Figura 4.27, presenta un ejemplo de una instancia creada y lista para ser utilizada.

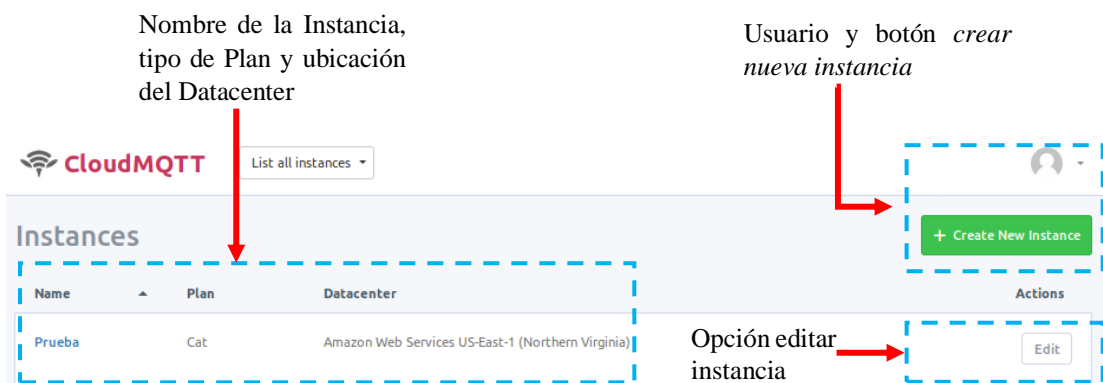


Figura 4.27 Instancia creada

Elaborado por: Investigador

4.3.6 INFORMACIÓN FINAL DE LA INSTANCIA

Al hacer click en la instancia se muestran los detalles de la cuenta, necesarios para realizar la comunicación desde un dispositivo hacia el Broker MQTT. Los datos necesarios para la programación del controlador central ESP32, Aplicación Android e InfluxDB son: Dirección del servidor, Usuario, Contraseña y puerto por el que se realiza la comunicación. Los detalles se muestran en la Figura 4.28.

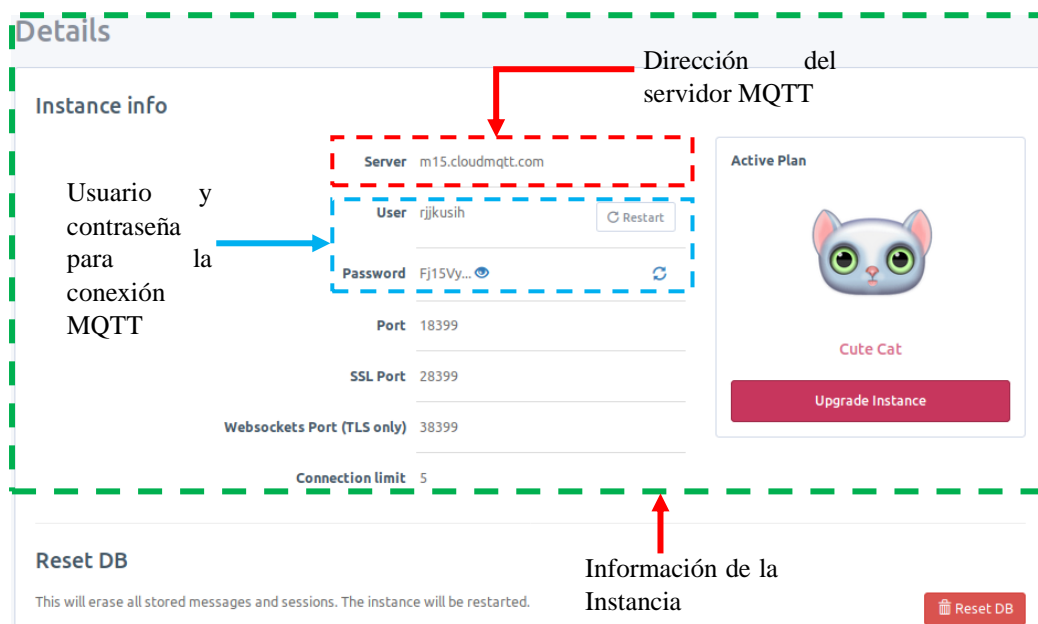


Figura 4.28 Información de la instancia creada

Elaborado por: Investigador

4.4 DISEÑO GENERAL DEL PROTOTIPO

Para la elaboración del diagrama esquemático se empleó el software en línea EasyEDA, el cual es una poderosa herramienta de diseño de circuitos electrónicos. EasyEDA cuenta con una amplia gama de opciones de diseño además de librerías actualizadas con los dispositivos electrónicos usados en la actualidad y con la facilidad de realizar el diseño en una plataforma web con opción a respaldo automático en la nube; cabe recalcar que es una distribución de software libre que se ajusta perfectamente al Sistema Operativo (Tabla 4.16) usado para el desarrollo de este proyecto. El circuito esquemático del sistema de geolocalización y monitoreo está diseñado en dos partes y se detallan a continuación:

En el esquema de la Figura 4.29 se describe la primera parte del circuito que consta de una placa ESP32S que se encarga del procesamiento de información que incluye los pines de conexión para los distintos tipos de sensores involucrados en este proyecto. El dispositivo ESP32S se encarga de procesar la información adquirida por los sensores: DHT 22, encargado de sensar temperatura y humedad, la celda de carga TAL 220 en conjunto con un módulo ADC Hx711 encargados de sensar el peso del producto y el módulo de Geolocalización GPS Neo-6m. Una vez adquirida y procesada la información, esta es enviada hacia el Bróker MQTT a través de una conexión WI-FI.

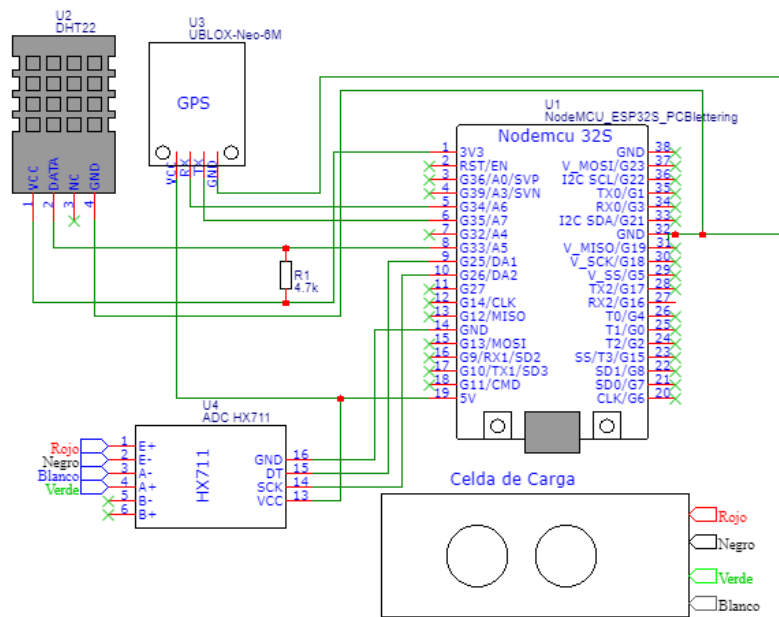


Figura 4.29 Circuito esquemático de módulos y sensores

Elaborado por: Investigador

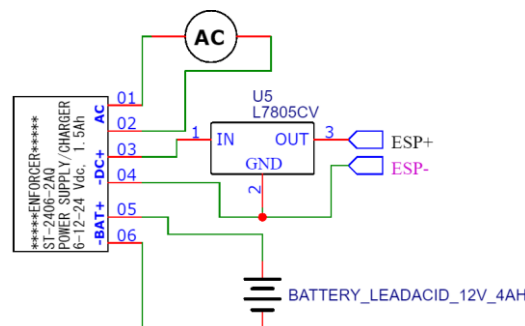


Figura 4.30 Etapa de potencia

Elaborado por: Investigador

El esquema de la Figura 4.30 describe la segunda etapa del circuito: Etapa de Potencia, conformada por la fuente ENFORCER ST-2406-2AQ/ 6-12-24Vdc, una batería LEAD ACID 12V/4Ah y un dispositivo regulador L7805CV para la alimentación al módulo ESP32S.

4.4.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO FINAL

En la Figura 4.29 y Figura 4.30 se muestra el diagrama esquemático final del dispositivo de Geolocalización y Monitoreo que consta de la etapa de potencia y la etapa de adquisición de datos.

4.4.2 CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO

La construcción del sistema se realizó tomando como prioridad el número de sensores a utilizar y debido a que el sistema consta de varias etapas que no pueden incluirse dentro del equipo de refrigeración tales como la etapa de potencia, control y procesamiento, se optó por la creación de una caja de control, ubicada en la parte exterior del frigorífico; la cual incluye el sistema de alimentación y potencia, además de incluir el controlador central y dispositivo de localización GPS. Los dispositivos que se ubican dentro del frigorífico son el sensor de peso y el sensor de temperatura y humedad. El diseño gráfico del prototipo se muestra en la Figura 4.31. Una vez finalizada la construcción del prototipo, éste fue ubicado en el case de protección. El prototipo final se muestra en la Figura 4.32.

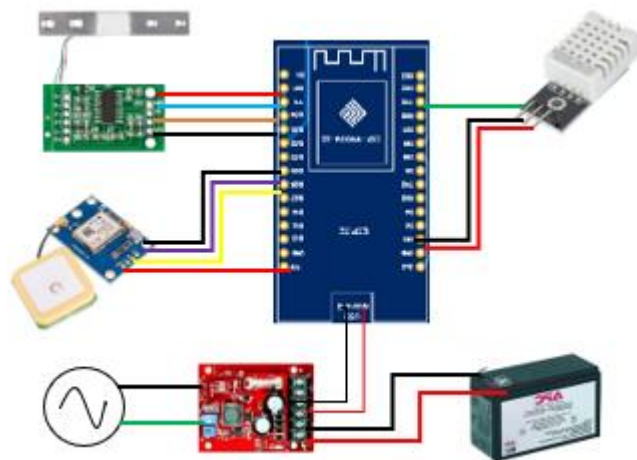


Figura 4.31 Diseño gráfico prototipo sistema de geolocalización y monitoreo

Elaborado por: Investigador

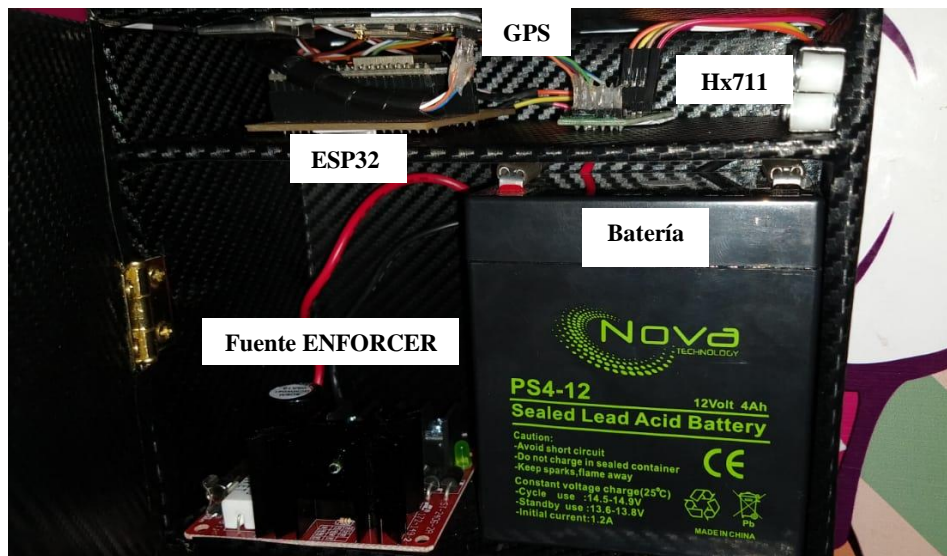


Figura 4.32 Prototipo Sistema de Geolocalización y Monitoreo

Elaborado por: Investigador

4.4.3 FLUJOGRAMAS DE JERARQUIZACIÓN DE PROCESOS

Los algoritmos empleados para el procesamiento de las señales recibidas de los diferentes sensores se detallan en el **ANEXO I**, en este apartado se realiza la explicación de los procesos llevados a cabo por los diferentes sensores y dispositivos que forman parte del sistema de geolocalización y monitoreo.

A. Conexión ESP32-Cloud MQTT: El proceso para la conexión a Cloud MQTT mediante el dispositivo ESP32 se describe en la Figura 4.33.

El proceso comienza con la inicialización del controlador central, mismo en el que se inician librerías y sensores mediante la programación en Arduino IDE. En el siguiente punto se establece la conexión Wi-Fi del dispositivo ESP32 hacia la red de internet confirmando datos de usuario y contraseña. Una vez que la conexión ha sido establecida, de acuerdo a la programación, se establece comunicación con el Bróker MQTT alojado en la nube y se realiza el mismo proceso de validación de datos de usuario y contraseña.

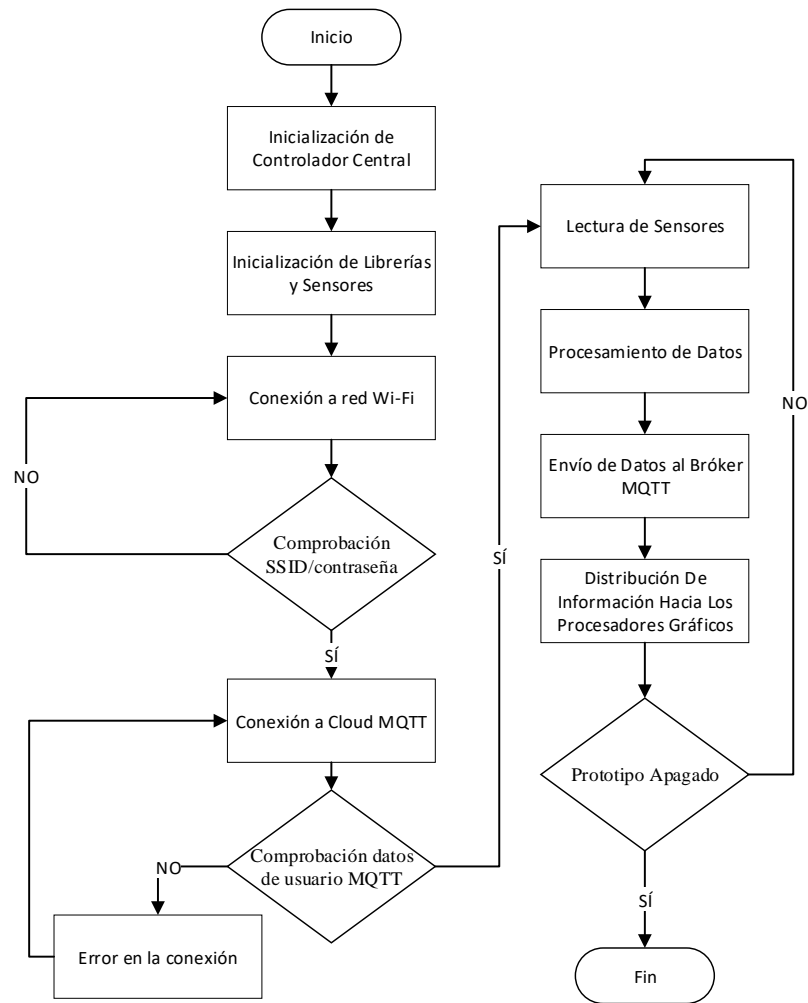


Figura 4.33 Flujograma conexión con CloudMQTT

Elaborado por: Investigador

Siempre y cuando el resultado de la conexión sea exitoso, se lleva a cabo otro proceso en el que la lectura de sensores toma parte. Temperatura, Humedad, Peso, Latitud y Longitud son las variables que intervienen en el siguiente proceso denominado Procesamiento de Datos, en el cual los datos son procesados por el controlador central ESP32, acondicionados y enviados al Bróker MQTT. El Bróker MQTT cumple la función de distribuir/enviar los datos recibidos a cada cliente/usuario suscrito al tópico. En la siguiente etapa, la información es receptada y mostrada por un potente procesador gráfico, además de ser presentada en un teléfono inteligente mediante la aplicación “Dulzura Mía S.A.” Todo este ciclo se ejecuta si y sólo si el dispositivo sigue encendido; de ser el caso, el proceso comienza otra vez a partir de la fase “Lectura de Sensores”.

B. Temperatura: El proceso realizado para la medición de temperatura del equipo de refrigeración se describe en la Figura 4.34.

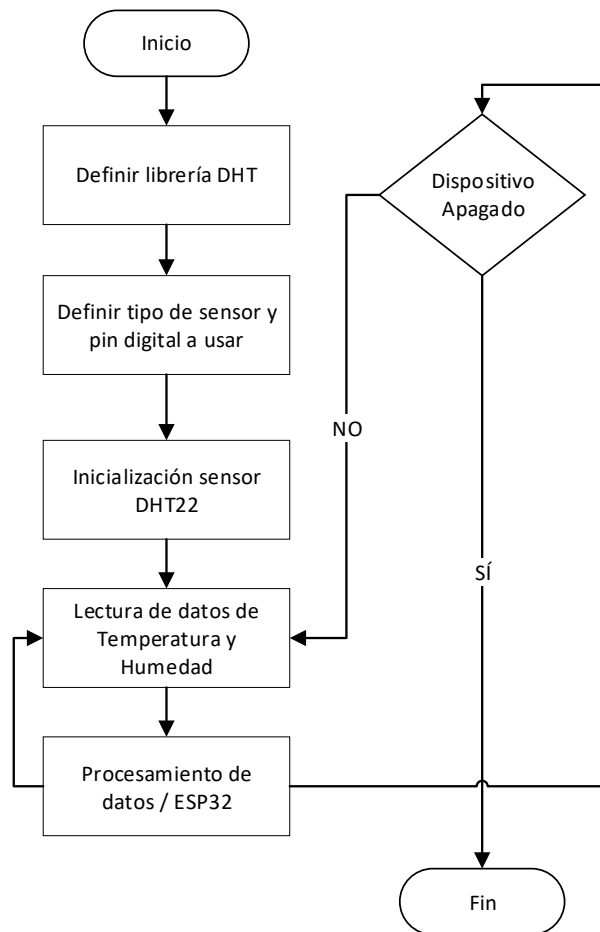


Figura 4.34 Flujograma Temperatura

Elaborado por: Investigador

En esta fase se requiere la inicialización de la librería DHT para que el sensor pueda funcionar correctamente. Se define el tipo de sensor y pin de datos a usar para establecer la comunicación. Posterior a esto, el sensor DHT es inicializado y comienza a adquirir datos tanto de Temperatura como de Humedad y éstos son procesados por el controlador central. Este ciclo se repite siempre y cuando el dispositivo permanezca encendido; caso contrario, el ciclo termina.

C. Localización GPS: La Figura 4.35 detalla el proceso de obtención del posicionamiento geográfico a través de Latitud y Longitud.

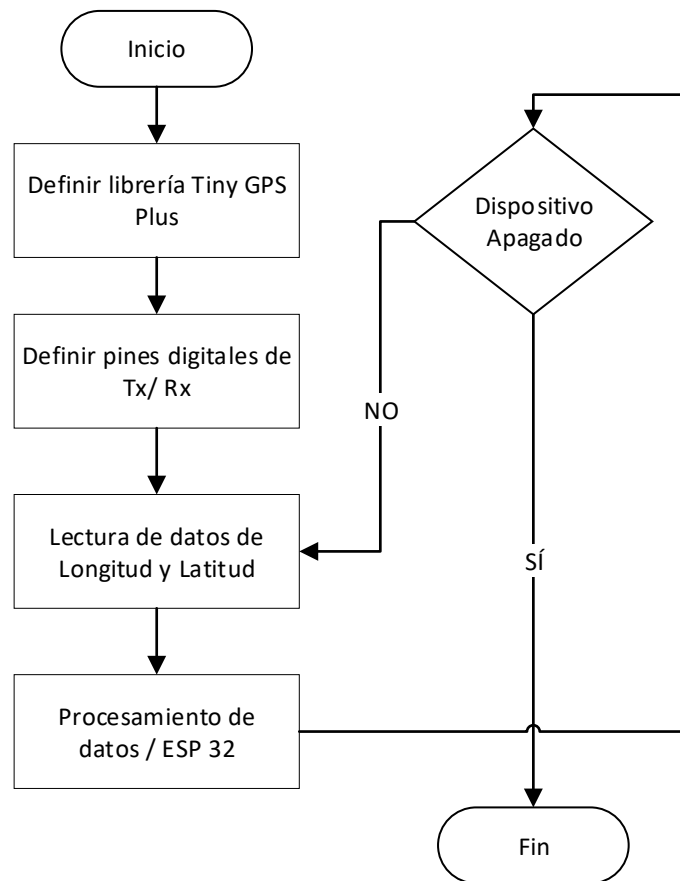


Figura 4.35 Flujograma Geocalización

Elaborado por: Investigador

Para la obtención de los valores de Latitud y Longitud, este proceso inicia con la definición de la librería Tiny GPS Plus necesaria para el funcionamiento y uso de comandos para el dispositivo GPS Ublox Neo. Se definen los pines digitales de Transmisión y Recepción, por lo tanto, la lectura de datos inicia obteniendo valores que son procesados por el controlador central para su posterior envío. Este ciclo se ejecuta de manera repetitiva siempre y cuando el dispositivo esté encendido, caso contrario se detiene la obtención de datos y el ciclo termina.

D. Peso: El proceso de la lectura del peso consta de pasos similares a los antes mencionados. Estos pasos se detallan en la Figura 4.36.

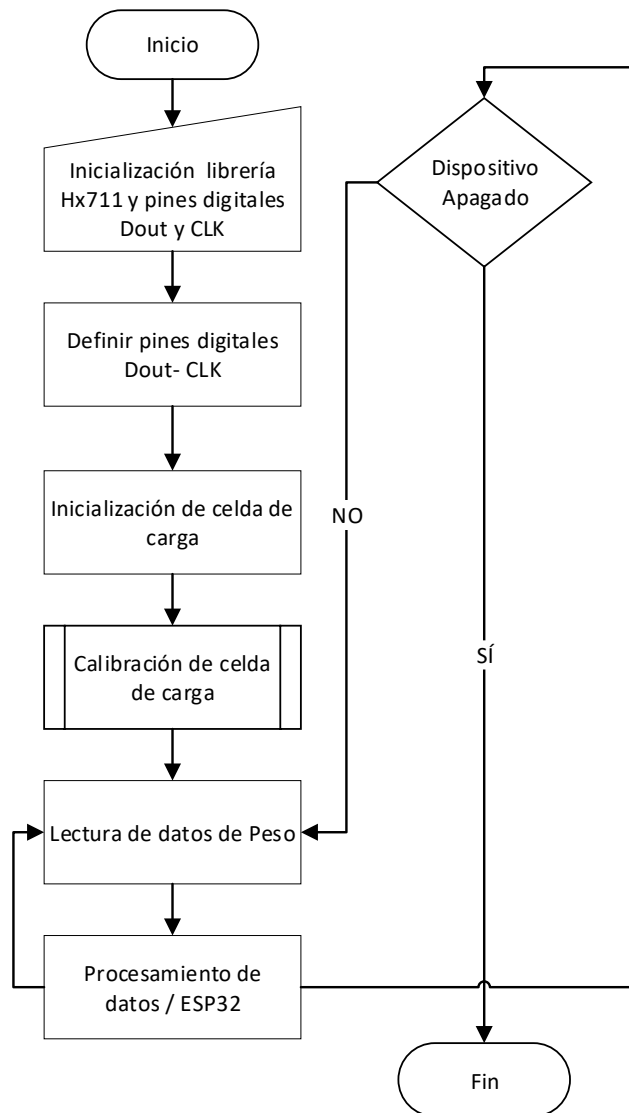


Figura 4.36 Flujoograma sensor de peso

Elaborado por: Investigador

Esta fase requiere de la inicialización de la librería Hx711 la cual es indispensable para que el módulo ADC Hx711 trabaje adecuadamente. Los pines digitales CLK(Reloj) y Dout (Datos) son definidos, por lo tanto, se inicia el proceso de calibración de la celda de carga, programado en el controlador central; mismo que prepara la información para ser enviada. Este proceso es cíclico, es decir, se ejecutará siempre y cuando el dispositivo permanezca encendido; caso contrario, el ciclo finaliza.

4.4.4 APLICACIÓN MÓVIL

Uno de los puntos más importantes en la presentación de datos es, efectivamente, la aplicación móvil “Dulzura Mía S.A”. Dicha aplicación tuvo como objetivo la presentación de información de una manera clara y amigable para el usuario. La Figura 4.37 describe los procesos a través de los cuales se logró cumplir tal fin y se describe a continuación:

La aplicación arranca con la inicialización de los activities principales: Login, Main, Maps y Activity4, los cuales hacen posible la visualización de datos. El activity Login se encarga de la autenticación del usuario a través de un Usuario y Contraseña previamente establecidos. Si la autenticación es exitosa, el Activity4 es lanzado presentando los frigoríficos listados por ciudad; caso contrario, se solicita ingresar los datos nuevamente.

El Activity Maps, se inicia al presionar el botón “Ver en el Mapa”. Este activity usa los datos de latitud y longitud obtenidos por el dispositivo GPS y muestra la ubicación de los distintos equipos de refrigeración en los puntos de distribución del cliente intermedio. El usuario puede regresar a la interfaz principal al presionar el botón atrás del Smartphone. En caso de no recibir ningún valor de latitud y longitud, la aplicación no dará paso al lanzamiento de dicho Activity.

El Activity4 presenta la lista de frigoríficos de acuerdo a la ciudad en la que se encuentran. Como proceso paralelo, se inicializa el Activity principal, encargado de la conexión con el servidor CloudMQTT, además de la recepción y distribución de datos hacia cada activity secundario. A este activity llegan los datos de Latitud, Longitud, Peso, Temperatura y Humedad. Además, se encarga de generar las alertas en los casos de que la temperatura aumente hasta un nivel que pueda afectar la integridad del producto o que la cantidad del producto sea baja de acuerdo al peso del mismo. Las alertas se mantienen en la barra de notificaciones hasta que el usuario decida descartarlas.

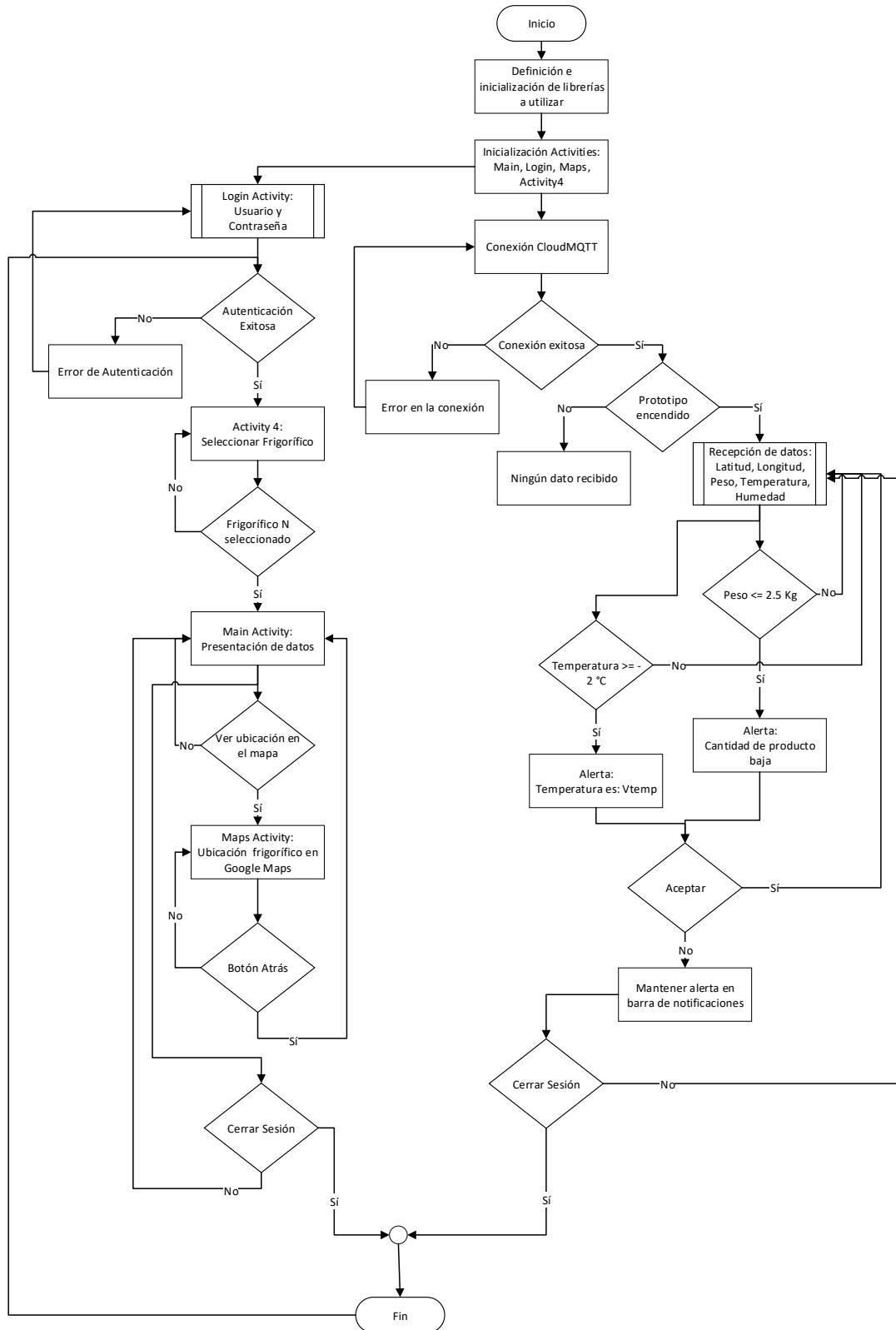


Figura 4.37 Flujograma Aplicación Móvil DUMI S.A.

Elaborado por: Investigador

4.5 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Para comprobar el funcionamiento del prototipo del sistema de Geolocalización y Monitoreo, se ejecutaron las pruebas pertinentes en la Heladería DUMI S.A. de la Ciudad de Ambato. Las pruebas fueron realizadas con el prototipo y con equipos relacionados a Localización GPS, Peso y Temperatura, para determinar el grado de exactitud del mismo.

4.5.1 EXACTITUD DEL SENSOR DHT22

Para la comprobar el correcto funcionamiento del sensor DHT22, encargado de medir la temperatura, los valores adquiridos fueron comparados con el Termómetro-Higrómetro Digital PMHYGRO. Este tipo de termómetro es capaz de medir tanto la temperatura como la humedad de un ambiente; soporta temperaturas hostiles que van desde los -50°C hasta los 70°C con una precisión de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y con una resolución de 0.1°C . La Figura 4.38 muestra los valores obtenidos por el sensor DHT22 mediante el puerto serial de Arduino y también el sensor PMHYGRO, los cuales coinciden en la temperatura con un valor de -4.8°C y en la humedad con un valor de 63% (PMHYGRO) vs un 63.80% del sensor DHT22.

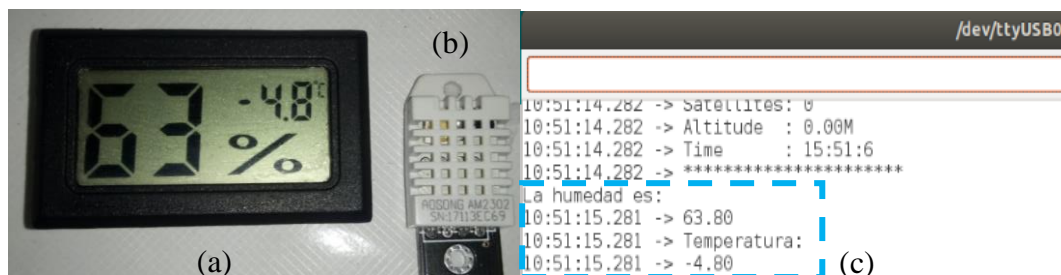


Figura 4.38 (a) Comparación Termómetro Digital, (b) DHT22 y (c) Datos obtenidos puerto serial arduino

Elaborado por: Investigador

La Tabla 4.17 presenta el número de muestras tomadas en el lapso de una semana, realizando cinco mediciones diarias a distintas horas, colocando el sensor PMHYGRO dentro de un frigorífico. Estas muestras fueron evaluadas para determinar el grado de precisión y exactitud del sensor de temperatura DHT22 mediante el cálculo del error absoluto, relativo y porcentual de los valores medidos por el dispositivo.

Tabla 4.17 Error absoluto, relativo y porcentual sensor DHT22

Número de muestra	Sensor DHT	Termómetro	Error Absoluto	Error Relativo	Error Porcentual
1	-4,09	-4,0	0,06	0,0157	1,57%
2	-4,98	-4,8	0,19	0,0400	4,00%
3	-4,58	-4,5	0,11	0,0236	2,36%
4	-3,81	-3,7	0,09	0,0254	2,54%
5	-3,92	-3,9	0,04	0,0097	0,97%
6	-4,99	-4,9	0,09	0,0187	1,87%
7	-3,43	-3,2	0,20	0,0611	6,11%
8	-3,85	-3,7	0,10	0,0270	2,70%
9	-4,68	-4,6	0,03	0,0074	0,74%
10	-4,11	-4,0	0,09	0,0215	2,15%
11	-3,45	-3,3	0,17	0,0504	5,04%
12	-3,81	-3,7	0,10	0,0280	2,80%
13	-3,01	-3,0	0,05	0,0176	1,76%
14	-4,30	-4,3	0,04	0,0105	1,05%
15	-4,26	-4,3	0,00	0,0007	0,07%
16	-3,79	-3,6	0,19	0,0527	5,27%
17	-4,80	-4,8	0,01	0,0015	1,02%
18	-4,08	-4,1	0,01	0,0021	0,21%
19	-4,59	-4,4	0,16	0,0358	3,58%
20	-4,74	-4,6	0,11	0,0230	2,30%
21	-4,73	-4,7	0,01	0,0013	0,13%
22	-3,47	-3,4	0,08	0,0248	2,48%
23	-3,18	-3,1	0,12	0,0386	3,86%
24	-4,09	-4,0	0,11	0,0284	2,84%
25	-3,06	-3,0	0,06	0,0192	1,92%
26	-4,54	-4,4	0,11	0,0254	2,54%
27	-3,44	-3,3	0,15	0,0457	4,57%
28	-3,77	-3,7	0,12	0,0317	3,17%
29	-4,68	-4,5	0,19	0,0421	4,21%
30	-3,15	-3,1	0,05	0,0161	1,61%
31	-4,40	-4,4	0,03	0,0064	0,64%
32	-4,09	-4,1	0,04	0,0089	0,89%
33	-3,24	-3,1	0,09	0,0275	2,75%
34	-4,13	-4,0	0,14	0,0361	3,61%
35	-3,81	-3,7	0,08	0,0201	2,01%
36	-4,04	-3,9	0,14	0,0354	3,54%
37	-4,53	-4,5	0,06	0,0123	1,23%
38	-4,63	-4,6	0,05	0,0110	1,10%
39	-4,38	-4,2	0,20	0,0471	4,71%
40	-3,71	-3,7	0,02	0,0054	0,54%
		Promedio	0,09	Promedio	2,41%

Elaborado por: Investigador

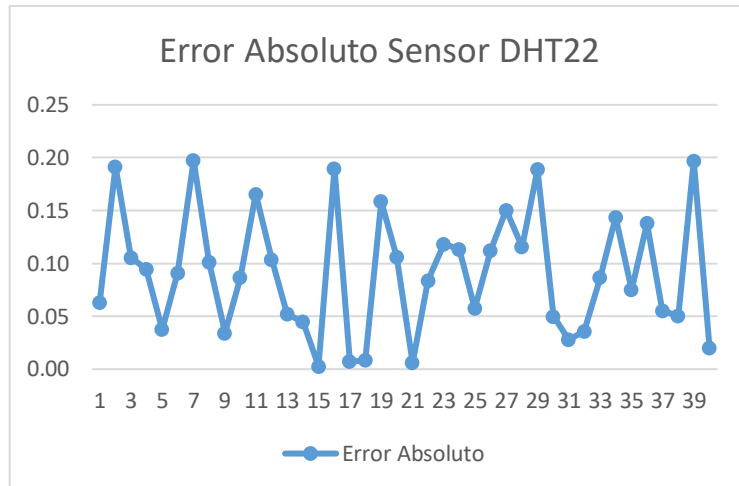


Figura 4.39 Gráfica del error absoluto sensor DHT22

Elaborado por: Investigador

En la Figura 4.39 se muestra el error absoluto de cada medición obtenida por el sensor DHT22. De acuerdo a los datos indicados se observa que el máximo error fue de 0.20°C perteneciente a la medida de temperatura de -3.43 °C, por otro lado, el error mínimo medido fue de 0 °C calculado a una medición de temperatura de -4.26 °C. En consecuencia, se observa que el error promedio porcentual es de 2.41%, que para los rangos de temperatura que se requieren manejar en la generación de alertas del sistema es aceptable y como se observa en la Figura 4.40, el valor medido y el valor real no presentan diferencias significativas que afecten la integridad del sistema.

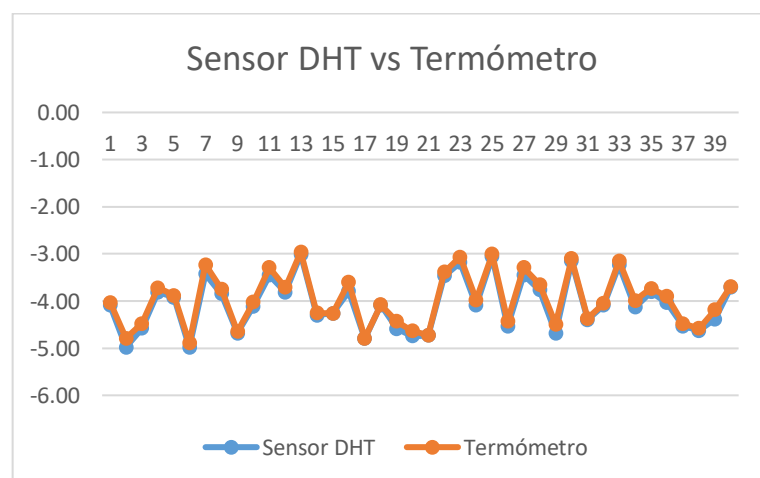


Figura 4.40 Gráfica de muestras sensor DHT22 vs Termómetro Digital

Elaborado por: Investigador

4.5.2 EXACTITUD DEL SENSOR DE PESO

De la misma manera se llevaron a cabo las pruebas pertinentes para determinar el grado de exactitud del sensor de Peso TAL220-Hx711, las mismas que se ejecutaron usando pesas de calibración. En la Figura 4.41 se muestra la estructura de la balanza del prototipo probada con un valor de 2Kg y la Figura 4.42 muestra las pesas de calibración utilizadas para este propósito.



Figura 4.41 Prueba del sensor de peso con 2Kg

Elaborado por: Investigador



Figura 4.42 Pesas de calibración

Elaborado por: Investigador

La Tabla 4.18 muestra los valores medidos por el sensor de Peso TAL220 al ser evaluado con pesas de calibración desde 0.5 Kg hasta un valor máximo de 10 Kg con incrementos de 500gr. Además, presenta los cálculos del Error Absoluto, Relativo y Porcentual, necesarios para determinar el porcentaje de error promedio del dispositivo.

Tabla 4.18 Cálculo del error absoluto, relativo y porcentual de la celda de carga TAL220

Número de muestra	Sensor de Peso (Kg)	Pesos (Kg)	Error Absoluto	Error Relativo	Error Porcentual
1	0,47	0,5	0,03	0,060	6%
2	1,05	1	0,05	0,050	5%
3	1,24	1,5	0,26	0,173	17%
4	1,85	2	0,15	0,075	8%
5	2,36	2,5	0,14	0,056	6%
6	3,08	3	0,08	0,027	3%
7	3,58	3,5	0,08	0,023	2%
8	3,94	4	0,06	0,015	2%
9	4,57	4,5	0,07	0,016	2%
10	5,04	5	0,04	0,008	1%
11	5,38	5,5	0,12	0,022	2%
12	5,94	6	0,06	0,010	1%
13	6,48	6,5	0,02	0,003	0%
14	6,87	7	0,13	0,019	2%
15	7,46	7,5	0,04	0,005	1%
16	8,03	8	0,03	0,004	0%
17	8,43	8,5	0,07	0,008	1%
18	8,94	9	0,06	0,007	1%
19	9,39	9,5	0,11	0,012	1%
20	9,87	10	0,13	0,013	1%
		Promedio	0,0865	Promedio	3%

Elaborado por: Investigador

En la Figura 4.43 se muestra el error absoluto de las muestras obtenidas por la celda de carga TAL220 – Hx711 tomando como valor real el valor de las pesas de calibración. De acuerdo a los datos se observa que el error máximo alcanzado fue de 0,26 Kg correspondiente a la muestra número tres igual a 1.24 Kg, por otro lado, el error mínimo medido fue de 0.03 Kg correspondiente a la muestra número dieciséis con un valor medido por el sensor de peso de 8.03 Kg. Como resultado, se observa que el error promedio porcentual fue de 3%, sumamente bajo y sin consecuencias para el sistema. La Figura 4.44 muestra que no hay una diferencia significativa entre los valores medidos por el sensor TAL220 y las pesas de calibración, garantizando así un sistema confiable para el usuario.

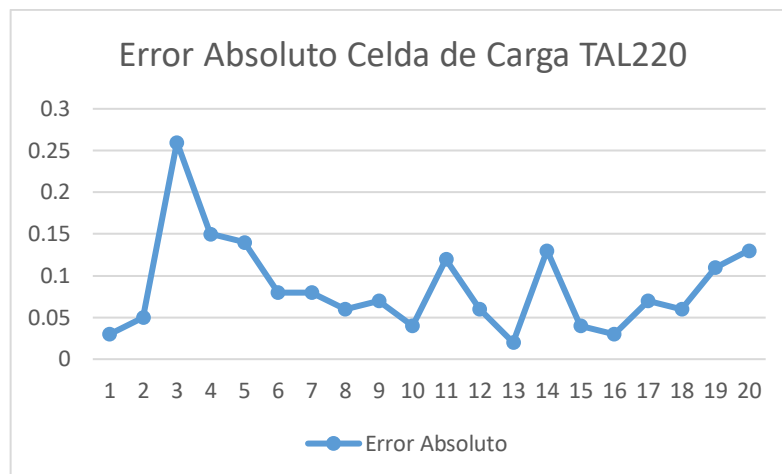


Figura 4.43 Gráfica del error absoluto sensor de peso TAL220

Elaborado por: Investigador

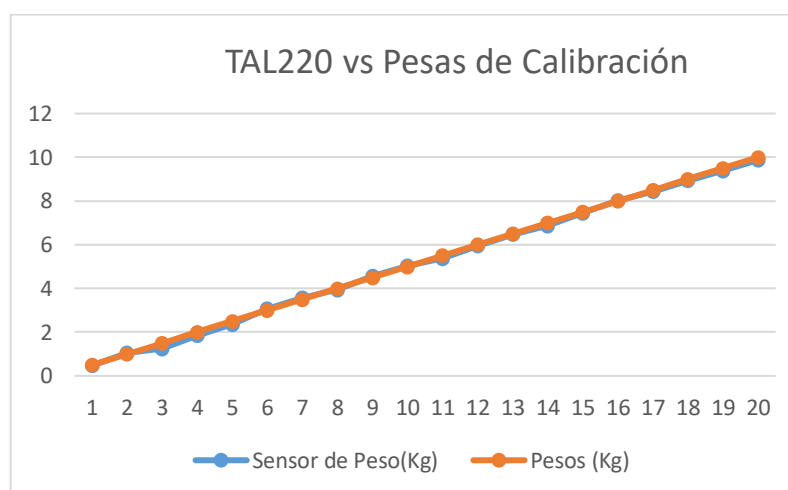


Figura 4.44 Gráfica de valores sensor TAL220 vs Pesas de calibración

Elaborado por: Investigador

4.5.3 DISPOSITIVO GPS

Para determinar el grado de exactitud del dispositivo GPS Ublox Neo 6m, se obtuvieron las coordenadas GPS mediante el puerto serie de Arduino y se compararon con la ubicación GPS de un Smartphone Sony Xperia Xa, mediante Google Maps. La Figura 4.45 muestra la lectura obtenida por el GPS Ublox a través del puerto serial de Arduino, con una latitud = -1.26819 y una longitud = -78.62190.

```

Load Cell Output var: 0.00
20:48:13.091 -> Latitude : -1.26819
20:48:13.091 -> Longitude : -78.62190
20:48:13.124 -> Satellites: 6
20:48:13.124 -> Altitude : 2722.33M
20:48:13.157 -> Time : 1:48:2
20:48:13.190 -> *****

```

Figura 4.45 Coordenadas GPS obtenidas por el dispositivo Ublox Neo 6m

Elaborado por: Investigador

La Tabla 4.19 muestra los valores tomados por el GPS Ublox y a su vez, por el Smartphone Sony Xperia Xa.

Tabla 4.19 Tabla comparativa entre el dispositivo GPS Ublox NEO 6m y el Smartphone Sony Xperia Xa

N°	Lugar	GPS Ublox		Sony Xperia Xa	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
1	Los Atis y Juan Larrea	-1,26819	-78,62190	-1,268180	-78,621901
2	Centro de Cultura y Deportes	-1,26961	-78,62450	-1,269560	-78,624570
3	FISEI	-1,26802	-78,62429	-1,267997	-78,624182
4	Parqueadero FISEI	-1,26743	-78,62460	-1,267520	-78,624630
5	Parqueadero FEUE	-1,27005	-78,62452	-1,270063	-78,624590

La Figura 4.46 muestra que al comparar los valores de latitud obtenidos por el GPS Ublox NEO 6m y por el Smartphone Sony Xperia Xa, se observó que las coordenadas no varían significativamente ya que las lecturas del GPS Ublox se ajustan a las del dispositivo Sony Xperia.

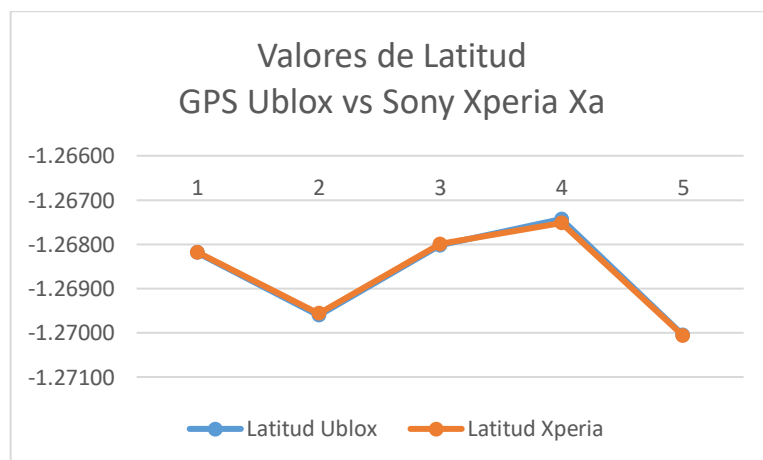


Figura 4.46 Comparación de valores de latitud entre el GPS Ublox NEO 6m y el Smartphone Sony Xperia Xa

Elaborado por: Investigador

La Figura 4.47 muestra que los valores de longitud obtenidos por el GPS Ublox Neo 6m y por el Smartphone Sony Xperia Xa, no varían significativamente ya que los valores del GPS Ublox se ajustan a los valores obtenidos por el dispositivo Xperia.

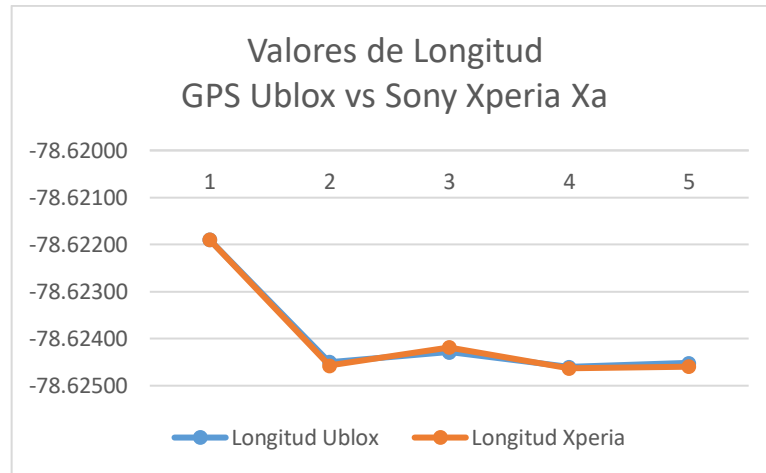


Figura 4.47 Comparación de la exactitud de los valores obtenidos por el GPS Ublox Neo 6m y el smartphone Sony Xperia Xa

Elaborado por: Investigador

La Figura 4.48 muestra la comparación de la ubicación GPS tomado por el GPS Ublox Neo 6m y el Smartphone Sony Xperia Xa, cuyos valores corresponden a la muestra número uno ubicada en la Av. Los Atis y Juan Larrea de la ciudad de Ambato. La ubicación en el mapa se presenta a través de la página web www.coordenadas-gps.com.

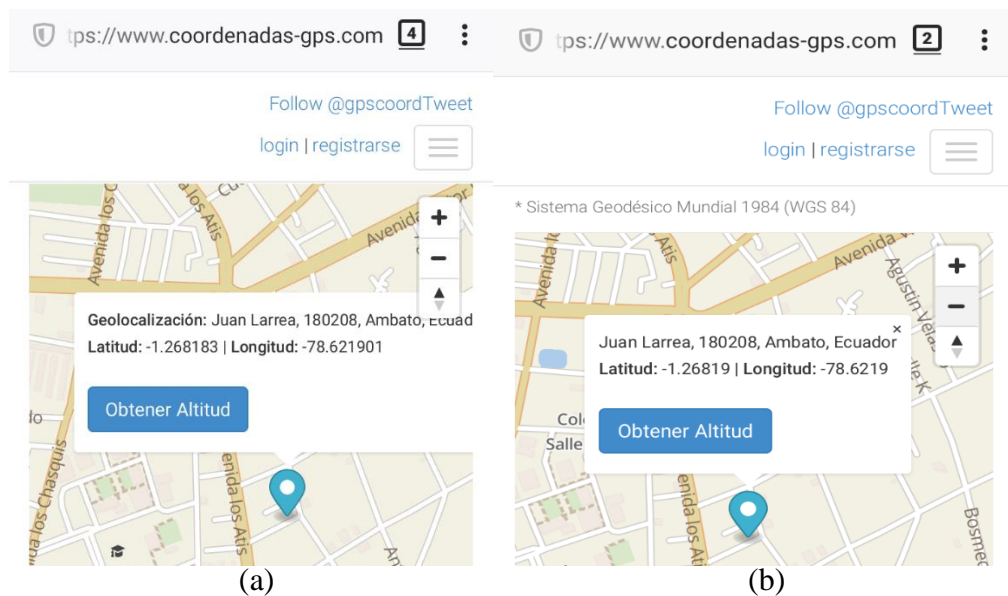


Figura 4.48 (a)Coordenadas GPS Sony Xperia Xa, (b) Coordenadas GPS Ublox Neo 6m

Elaborador por: Investigador

4.5.4 PORCENTAJE DE ERROR DEL SISTEMA

De acuerdo a la Tabla 4.17, el porcentaje de error obtenido para el sensor DHT22 fue de 2.41%; según la Tabla 4.18 se obtuvo un porcentaje de error de 3% para los valores tomados por el sensor de peso TAL220.

Ecuación 4.1

$$Error_{sis} = \frac{Error_{temperatura} + Error_{peso}}{2}$$

$$Error_{sis} = (2.41 \% + 3\%)/2$$

$$Error_{sis} = 2.70\%$$

De acuerdo al resultado obtenido mediante la Ecuación 4.1, se concluye que el error del sistema es de 2.70% . Valor que resalta el grado de precisión del sistema con un 97.3% de exactitud en la toma de datos.

4.5.5 CONSUMO DE CORRIENTE DE LA TARJETA ELECTRÓNICA

En la Tabla 4.20 se observan los valores de corriente y voltaje requeridos por los sensores y el controlador central que fueron tomados de los datasheet de los fabricantes. De acuerdo a ésta tabla, la tarjeta electrónica presenta un consumo de energía de 3.0225 Vatios [57] [58]; los dispositivos que requieren mayor voltaje son el módulo GPS, el sensor de peso TAL220-Hx711, el controlador central ESP32S, y ya que éste último cumple también la función de proveer o alimentar los distintos sensores con energía eléctrica, se determinó que la fuente necesaria para cumplir con este objetivo fue de 5Vdc debido a que dicho módulo trabaja de manera adecuada si se usa tal voltaje.

Tabla 4.20 Consumo de corriente de la tarjeta electrónica

Dispositivo	Consumo de Corriente (mA)	Voltaje de Operación(V)	Potencia (W)
DHT22	50	3,3	0,165
Módulo GPS	70	5	0,35
Tal220 Hx711	1,5	5	0,0075
ESP32S	500	5	2,5
Total	621,5	Total	3,0225

Elaborado por: Investigador

El consumo de corriente de la tarjeta electrónica fue determinado mediante la Ecuación 4.2 [58], en la que se consideró una fuente de 5Vdc. Para cubrir el consumo de energía

de 3.0225W se requiere una corriente mayor a 0.605A, pero se recomienda el uso de una fuente con una corriente superior.

$$\text{Ecuación 4.2} \quad I = \frac{P}{V} = \frac{3.0225W}{5V} = 0.605A$$

4.5.6 AUTONOMÍA DEL SISTEMA

Para el cálculo de la autonomía del sistema en caso de un fallo eléctrico se usó una batería externa Sealed Lead Acid 12v 4Ah que proporciona una corriente de 4Ah a 12Vdc y una corriente de 1.2A. De acuerdo al resultado del cálculo usando la Ecuación 4.3 la batería provee un máximo de 48Wh.

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 4.3} \quad \text{Energía}_{batería} &= V \times I = 12v \times 4Ah \\ \text{Energía}_{batería} &= 48Wh \end{aligned}$$

Conforme a la Ecuación 4.4, en la que se calcula la autonomía del sistema usando los valores de la energía de la batería dividida para la potencia total de la placa, resulta en un sistema con la capacidad de permanecer activo durante 15horas 88minutos; garantizando al administrador un tiempo más que prudente para tomar las medidas necesarias en caso de presentarse un evento fortuito.

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 4.4} \quad \text{Autonomía}_{sistema} &= \frac{\text{Energía}_{batería}}{\text{Potencia}_{placa}} \\ \text{Autonomía}_{sistema} &= \frac{48Wh}{3,023W} \\ \text{Autonomía}_{sistema} &= 15.88 \text{ Horas} \end{aligned}$$

4.5.7 TEMPERATURA SOPORTADA POR LOS EQUIPOS

Los valores de temperatura soportados por los dispositivos se muestran en la Tabla 4.21. Debido a que el prototipo consta de una parte interna (dentro del frigorífico) compuesta por el dispositivo (TAL220-Hx711) que pondera el peso del producto y el sensor DHT22 la temperatura, el rango de funcionamiento es de -10 a 55°C; y una parte externa (fuera del frigorífico) que consta por los módulos ESP32S, GPS Ublox, Fuente ENFORCER, Hx711 y Batería Sealed Lead Acid, el rango de temperatura de trabajo es de -15 a 40°C.

Puesto que la tarjeta electrónica es sensible a golpes, ésta debe ser protegida por una caja metálica que cumpla con las normas de protección IP65. Ofreciendo seguridad frente a eventos transitorios que puedan afectar las condiciones de cada dispositivo.

Tabla 4.21 Rango de temperatura de funcionamiento de los dispositivos

Dispositivo	Temperatura Mínima °C	Temperatura Máxima °C
ESP32S	-40	125
DHT22	-40	80
TAL220	-10	55
Hx711	-40	85
GPS Ublox	-40	85
Fuente ENFORCER	-20	65
Batería	-15	40

Elaborado por: Investigador

4.6 INSTALACIÓN FÍSICA DEL PROTOTIPO

Para la implementación del prototipo se consideraron dos partes: una estructura interna, compuesta por el sensor de Temperatura DHT22 y la celda de carga TAL220 encargada de medir el peso; y una estructura externa, encargada de proteger el controlador central, dispositivo GPS y etapa de potencia. El tipo de cable usado para las conexiones fue el cable FTP Multifilar con el propósito reducir el riesgo de rupturas por movimiento; también se usó cinta termo fundente para evitar la desconexión de los cables en cada terminal y empalme.

4.6.1 ESTRUCTURA INTERNA

Debido a que las variables de temperatura y peso relevantes para el prototipo están presentes dentro del frigorífico, se construyó una estructura que pueda soportar las condiciones adversas presentes en este tipo de ambientes; la estructura consta de dos placas que actúan a modo de báscula con cubierta de fibra de carbono entre las cuales se ubican los sensores TAL220 y DHT22 con la finalidad de mantenerlos aislados de golpes. De acuerdo a la Tabla 4.21 el rango de temperatura que soporta la estructura y componentes es de -10 a 55°C. La Figura 4.49 muestra la estructura vista desde un ángulo lateral y frontal; la Figura 4.50 muestra la estructura interna instalada en uno de los contenedores del frigorífico.

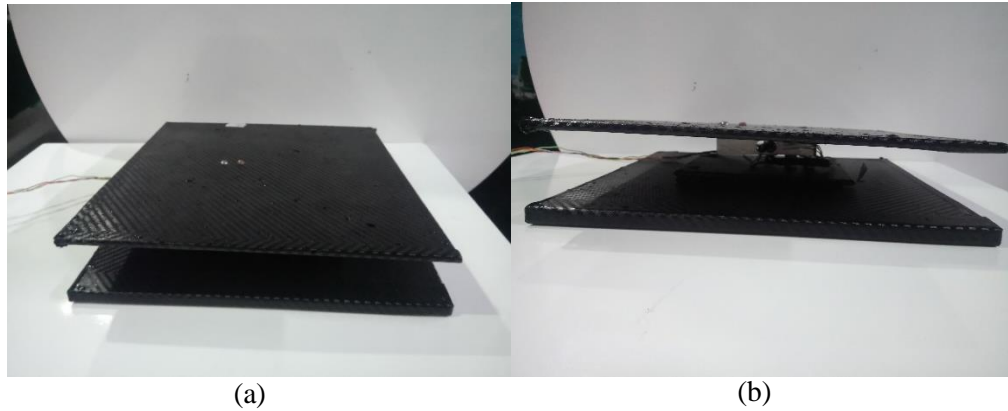


Figura 4.49 (a) Vista lateral y (b) Vista frontal de la estructura interna del prototipo

Elaborado por: Investigador



Figura 4.50 Estructura interna instalada en el frigorífico

Elaborado por: Investigador

4.6.2 ESTRUCTURA EXTERNA

La estructura externa al contar con las normas IP65, asegura la integridad de los dispositivos contra golpes y salpicaduras. En su interior se ubica el sensor GPS, Hx711, módulo controlador ESP32S y los dispositivos que conforman la etapa de potencia (Ver Figura 4.32). De acuerdo a la Tabla 4.21 el rango de temperatura soportado por la estructura tomando en cuenta el uso de una batería es de -15 a 40°C , y sin tomar en cuenta el uso de una batería va desde los -40°C hasta los 85°C . Esta estructura fue instalada a un costado del frigorífico usando cinta doble faz industrial para evitar dañar los conductos internos del equipo de refrigeración al usar tornillos o remaches y considerando también que el dispositivo instalado es un prototipo. La

Figura 4.51 y Figura 4.52 muestran la estructura ya instalada a un costado del frigorífico.



Figura 4.51 Estructura externa del prototipo

Elaborado por: Investigador



Figura 4.52 Estructura externa instalada en un costado del frigorífico

Elaborado por: Investigador

4.7 VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

En vista de que el funcionamiento del prototipo está vinculado a la presentación de datos en distintas plataformas visuales, la descripción del funcionamiento se dividió en dos partes: Aplicación Móvil en un dispositivo Android y estadística de datos en Grafana.

4.7.1 APLICACIÓN MÓVIL

Elaborada en Android Studio, la aplicación DUMI S.A. está orientada a la presentación de datos de forma amigable al usuario; con este propósito en mente se crearon varios activities que cumplen distintos objetivos tales como: Autenticación de Usuario,

Listado de Frigoríficos, Presentación de Datos y Ubicación de Coordenadas Geográficas del dispositivo de refrigeración en Google Maps. Cabe mencionar que los colores de la aplicación fueron seleccionados por el gerente de la empresa ya que tanto su logo como la presentación de sus tiendas y equipos, incluyen los colores violeta y rosado como colores principales.

En la Figura 4.53 se muestra la interfaz de autenticación de usuario de la Aplicación DUMI S.A. Compuesta por un EditText para ingresar el nombre de usuario y otro para ingresar la contraseña. Cuenta también con la opción de “No cerrar sesión” en caso de que el usuario desee mantener su sesión iniciada y un botón “Ingresar” mediante el cual se logra realizar la autenticación.

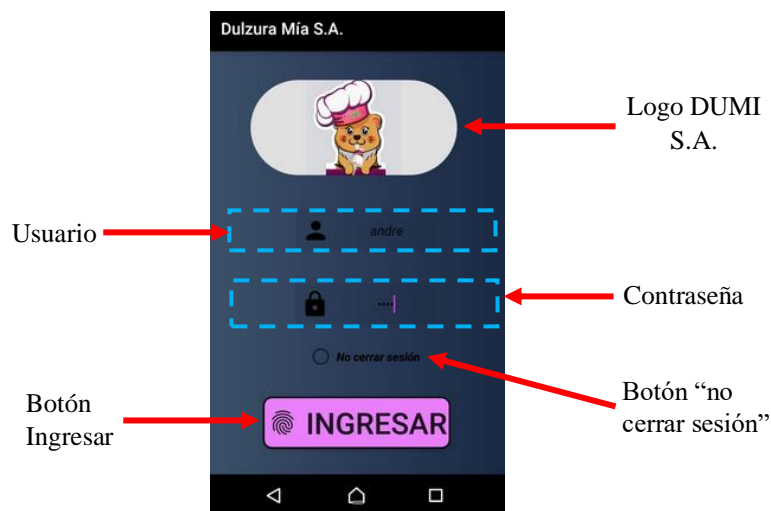


Figura 4.53 Interfaz de autenticación de usuario

Elaborado por: Investigador

Luego de una autenticación exitosa, en la Figura 4.54 se muestra el activity número dos, con el listado de frigoríficos por ciudad denotados por la letra F (Frigorífico), un número y la ciudad, ejemplo: F1- RIOBAMBA. En este activity el usuario escoge mediante la pulsación de un botón los datos del frigorífico que desea visualizar y automáticamente la aplicación lo redirige hacia el Activity principal encargado de presentar los datos.



Figura 4.54 Listado de frigoríficos por ciudad

Elaborado por: Investigador

En la Figura 4.55 se muestran los datos obtenidos por el sensor de temperatura, peso y dispositivo de posicionamiento global GPS.

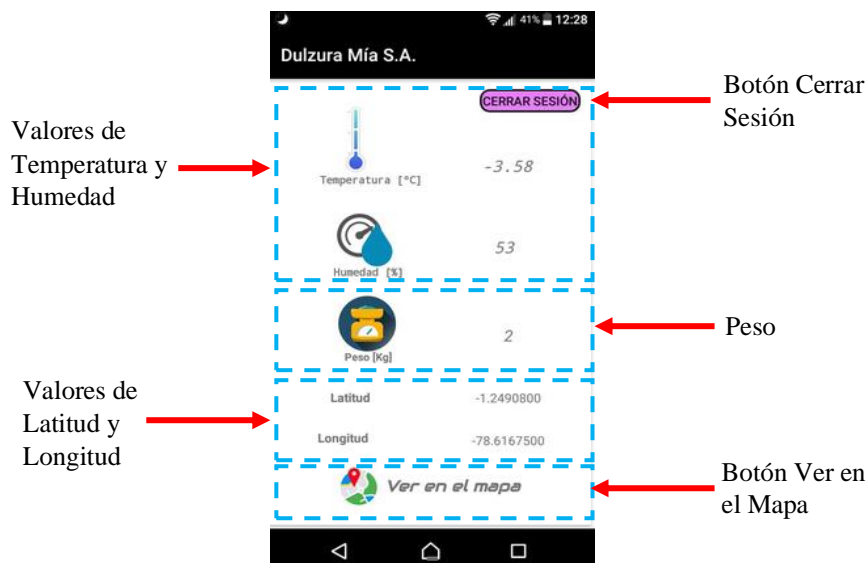


Figura 4.55 Presentación de valores de temperatura, humedad, peso, latitud y longitud

Elaborado por: Investigador

La presentación de los datos se encuentra ordenada de manera vertical, mostrando los valores de temperatura, humedad, peso, latitud y longitud; y la opción de visualizar la ubicación del frigorífico en el mapa usando el botón “Ver en el mapa”. Además, se incluyó un botón de cerrar sesión en caso de que el usuario desee salir completamente de la aplicación.

La Figura 4.56 muestra una alerta generada por la aplicación a una determinada temperatura que puede afectar la integridad del producto. La alerta es enviada al teléfono del usuario cuando la temperatura es mayor o igual a $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$; esta alerta se programó para mostrarse en el teléfono del usuario a modo de notificación y permanece en la barra de notificaciones hasta que el usuario la descarte.

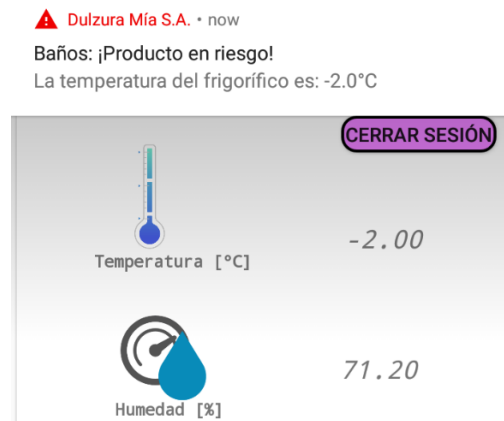


Figura 4.56 Alerta de temperatura generada a una temperatura de -2°C

Elaborado por: Investigador

La Figura 4.57 muestra una alerta generada por la aplicación a un determinado peso que indica la cantidad de producto disponible en uno de los contenedores del frigorífico. La alerta es enviada al teléfono del usuario cuando el peso del producto se reduce hasta un valor menor o igual a 2.5 Kg , indicando que la cantidad de helados de un determinado sabor se redujo a la mitad.



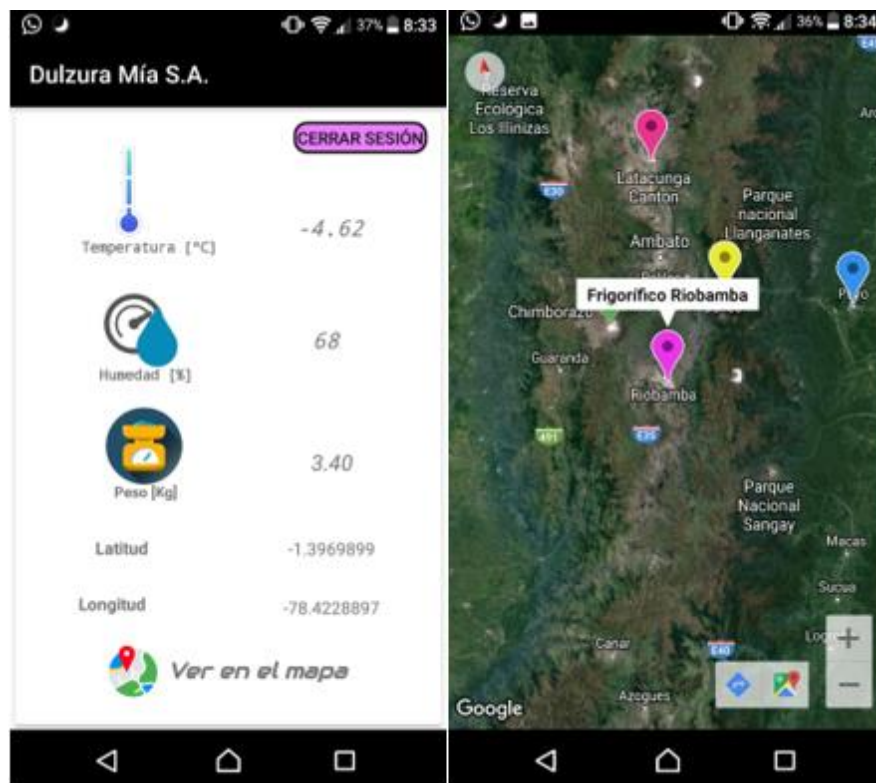
Figura 4.57 Alerta de cantidad de helados generada cuando el peso se reduce a la mitad

Elaborado por: Investigador

Al igual que la alerta de temperatura, ésta alerta se programó para mostrarse en el teléfono a modo de notificación y permanece en la barra de notificaciones hasta que el usuario decida descartarla..

La Figura 4.58 a muestra el activity principal con los valores de latitud y longitud obtenidos por el dispositivo GPS; el valor de la latitud es igual a -1.2490800 y el de longitud es de -78.6167500.

Mediante el botón “Ver en el mapa” se lanza el activity Maps, el cual permite visualizar la localización del equipo de refrigeración en Google Maps. El marcador color fucsia muestra la ubicación del frigorífico de la ciudad de Riobamba, mientras que los demás marcadores son una simulación de los lugares en los que se encuentran los demás frigoríficos.



(a)

(b)

Figura 4.58 Localización del frigorífico mediante GPS – App DUMI S.A.

Elaborado por: Investigador

4.7.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO GRAFANA

Grafana está encargado de presentar y llevar un registro de todos los datos adquiridos por los sensores de temperatura, humedad y peso. La Figura 4.59 presenta tres bloques, todos partes del Dashboard de Grafana.

En el primer bloque se observa un gráfico a modo de histograma con los datos tomados por el sensor DHT22 encargado de medir la Temperatura (Eje Y) vs Tiempo (Eje X). Los valores son representados por puntos en color verde con barrido horizontal que facilita la visualización en caso de aumento o disminución de la variable temperatura.

El segundo bloque muestra los parámetros de tiempo, tales como la fecha y hora en la que se tomó cada muestra usando el formato de tiempo HH/MM/SS (Horas/Minutos/Segundos); mientras que en el tercer bloque se visualizan los valores de cada muestra ordenados de forma vertical con su fecha correspondiente. Las mediciones tomadas representan las variaciones en los valores de temperatura del equipo de refrigeración en grados centígrados. En la Figura 4.59 se puede observar una variación de temperatura de casi un grado desde los $-5.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta los $-4.34\text{ }^{\circ}\text{C}$, debido a que se mantuvo abierta la ventana corrediza del frigorífico por un tiempo prolongado. Las mediciones posteriores muestran que la temperatura se estabilizó alcanzando un valor normal.

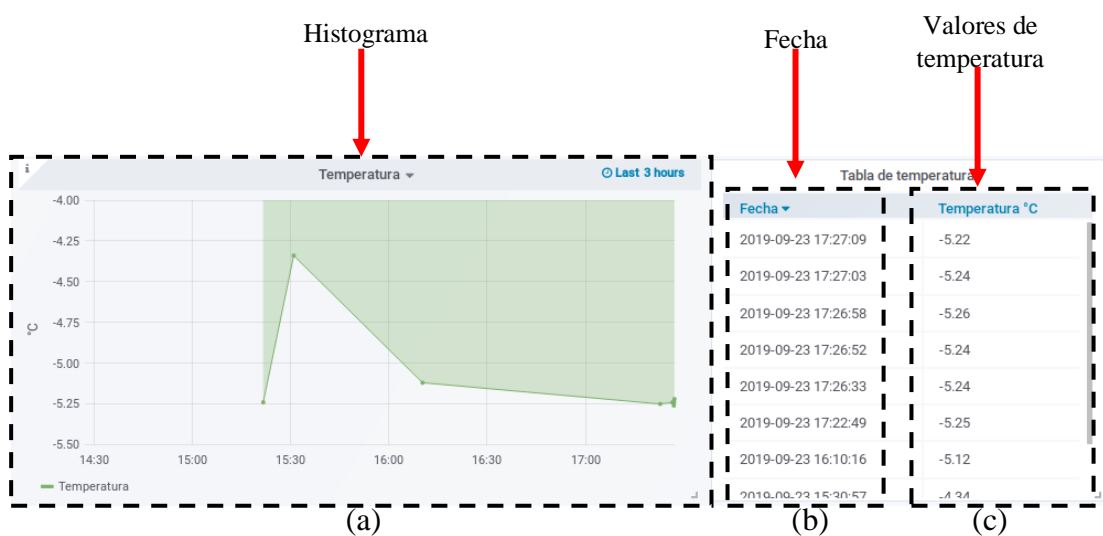


Figura 4.59 Temperatura, (a) Histograma, (b) Fecha (hh/mm/ss), (c) Muestras

Elaborado por: Investigador

En la Figura 4.60 se muestra el gráfico de la variable Humedad (Eje Y) vs Tiempo (Eje X) a modo de histograma. Al igual que para la variable de temperatura, éste gráfico consta de tres bloques: a) Histograma, b) Fecha y c) Muestras.

El gráfico muestra que, al aumentar la temperatura, el porcentaje de humedad aumenta; tomando en cuenta la gráfica anterior, en la que se registra un aumento de temperatura hasta los -4.34°C , la humedad alcanza un porcentaje de 70% y a medida que la temperatura decae, ésta va disminuyendo hasta un valor de 65% que corresponde a un valor superior a -5°C .

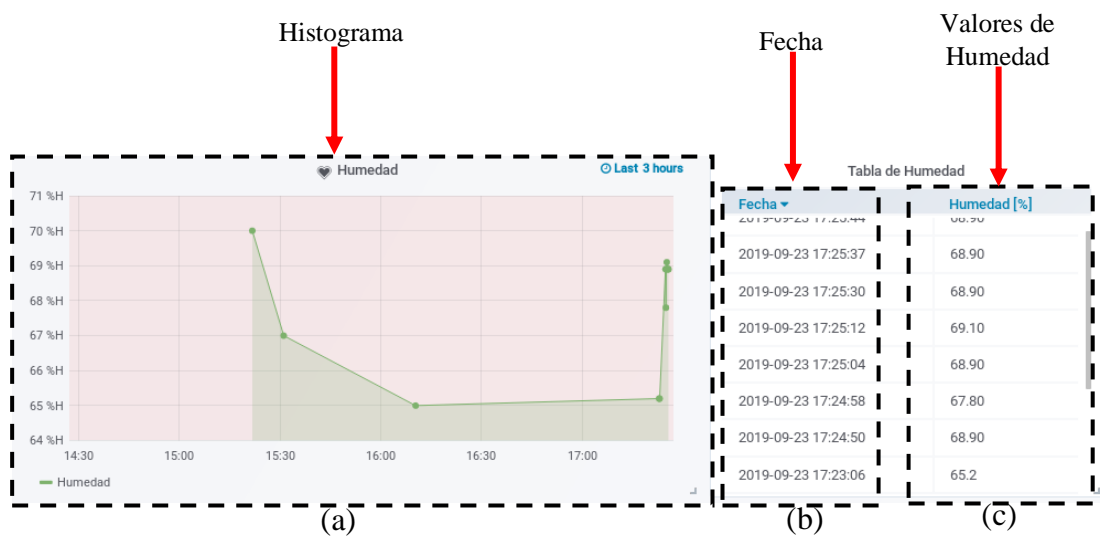


Figura 4.60 Humedad, (a) Histograma, (b) Fecha, (c) Muestras

Elaborado por: Investigador

En la Figura 4.61 se muestra la variable Peso con un gráfico igual al de las variables de Temperatura y Humedad. Consta de un Histograma que representa los datos obtenidos por la celda de carga TAL220, esto es Peso (Eje Y) vs Tiempo (Eje X), conjuntamente con dos bloques adicionales que se encargan de visualizar la fecha y valor de muestra tomada.

La gráfica es una representación de la variación de los valores de peso, los cuales indican la cantidad del producto disponible en el equipo de refrigeración. El valor decae desde los 4.32 Kg hasta 1.50 Kg indicando que la cantidad de helados está disminuyendo. El momento en el que se llena el contenedor, el peso se incrementa hasta un valor de 4.67 Kg lo cual sugiere que el contenedor contiene una cantidad suficiente de producto

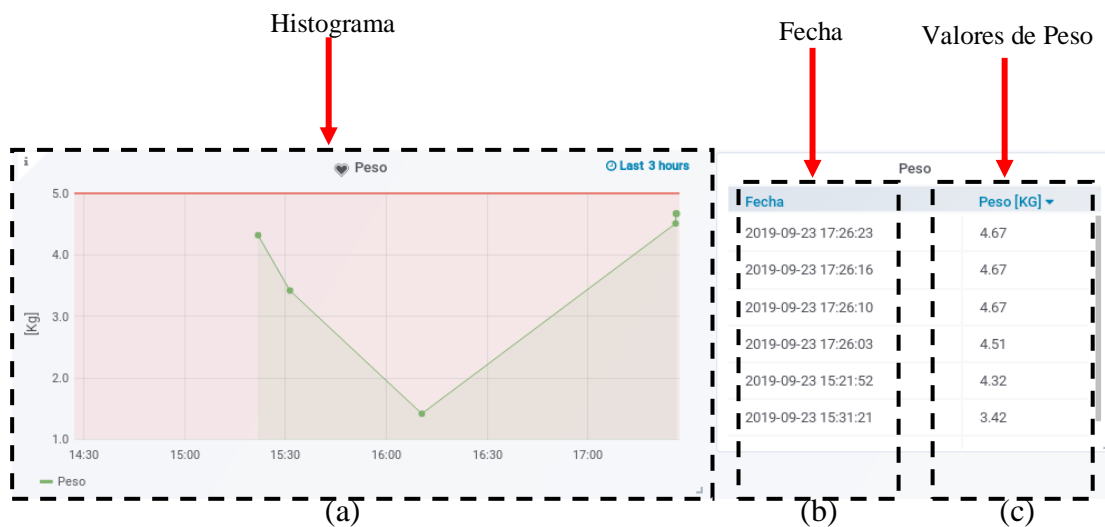


Figura 4.61 Peso, (a) Histograma, (b) Fecha, (c) Muestras

Elaborado por: Investigador

Con el objetivo de facilitar la visualización de los datos para el usuario, se incluyeron, además de Histogramas y Tablas, indicadores que muestran el último valor proveniente de InfluxDB. En la Figura 4.65 se muestra el Dashboard completo de Grafana, ordenado de manera vertical de la siguiente manera: Temperatura, Humedad, Peso; y de forma horizontal: Indicador, Histograma, Tabla de Fecha, Valor de la muestra.

La Figura 4.62 muestra el panel completo, compuesto por un indicador que muestra el valor actual; histograma de datos y tabla de datos.

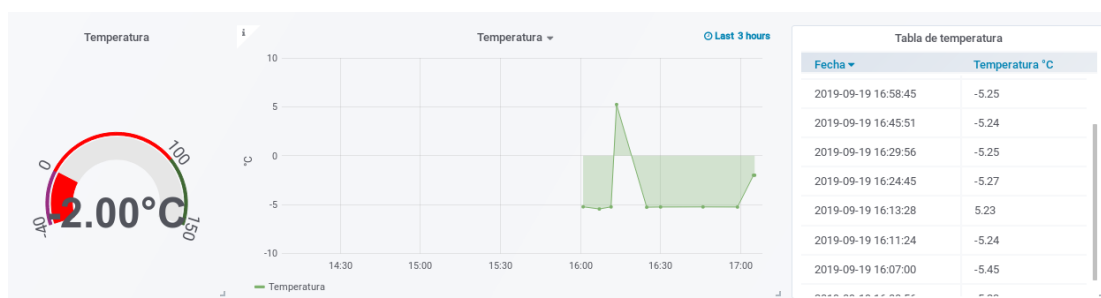


Figura 4.62 Presentación de datos a través de un indicador, histograma y tabla de datos

Elaborado por: Investigador

Grafana ofrece, además, la opción de listar y graficar cada dato almacenado en InfluxDB, por ejemplo, los datos adquiridos durante: Las últimas 24 horas, 12 horas, 15 minutos, 10 minutos, 5 minutos, últimos 5 años, últimos dos años y más, de acuerdo a las necesidades del usuario. En la Figura 4.63 se muestran las opciones antes

mencionadas y una opción especial que permite escoger un rango a través de un calendario para la visualización de datos específicos.

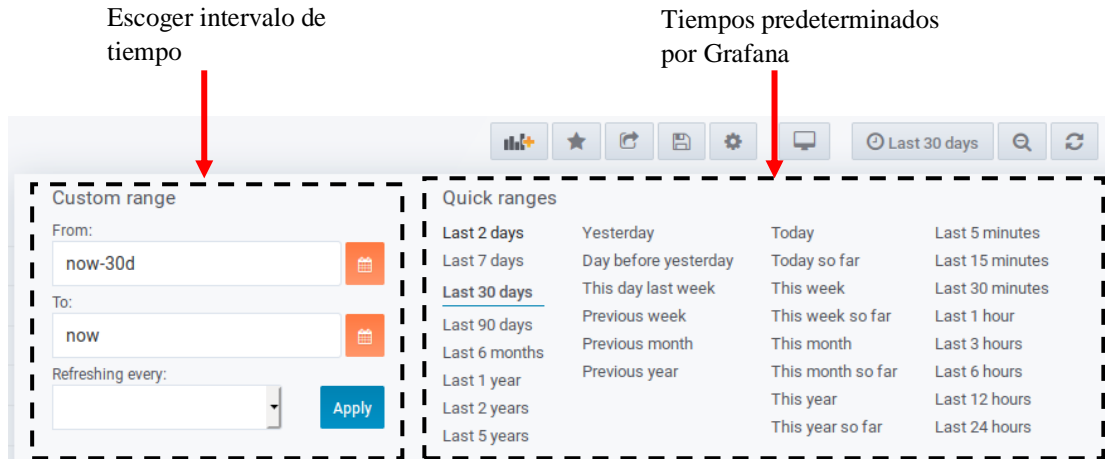


Figura 4.63 Opción historial de datos de Grafana

Elaborado por: Investigador

La Figura 4.64 muestra la opción de exportar los datos en formato CSV en caso de que el usuario desee realizar un análisis de los valores obtenidos por los sensores. Para exportar el archivo CSV, se accede al menú del gráfico o tabla, se escoge la opción *More* y finalmente, se elige la opción *Export CSV*.

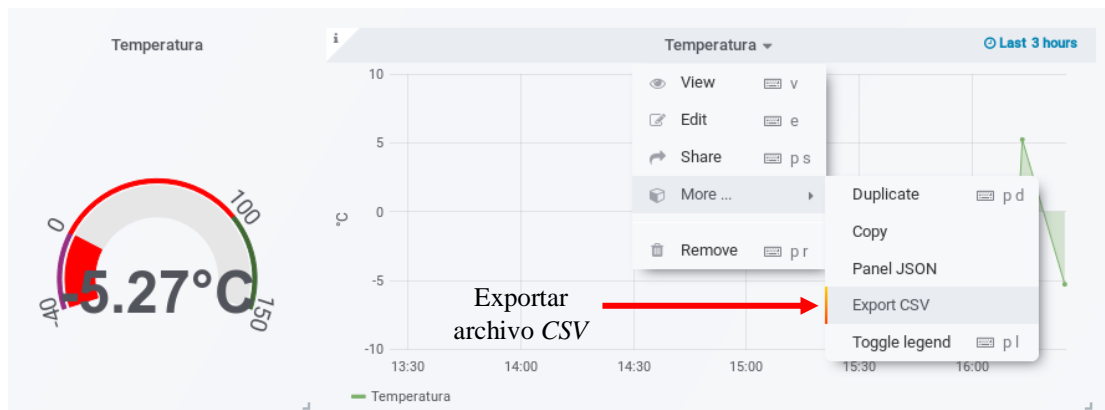


Figura 4.64 Exportación del archivo CSV de los datos obtenidos por los sensores

Elaborado por: Investigador

La Figura 4.65 muestra el Dashboard completo de Grafana con los tres tipos de gráficos que se presentan al usuario.

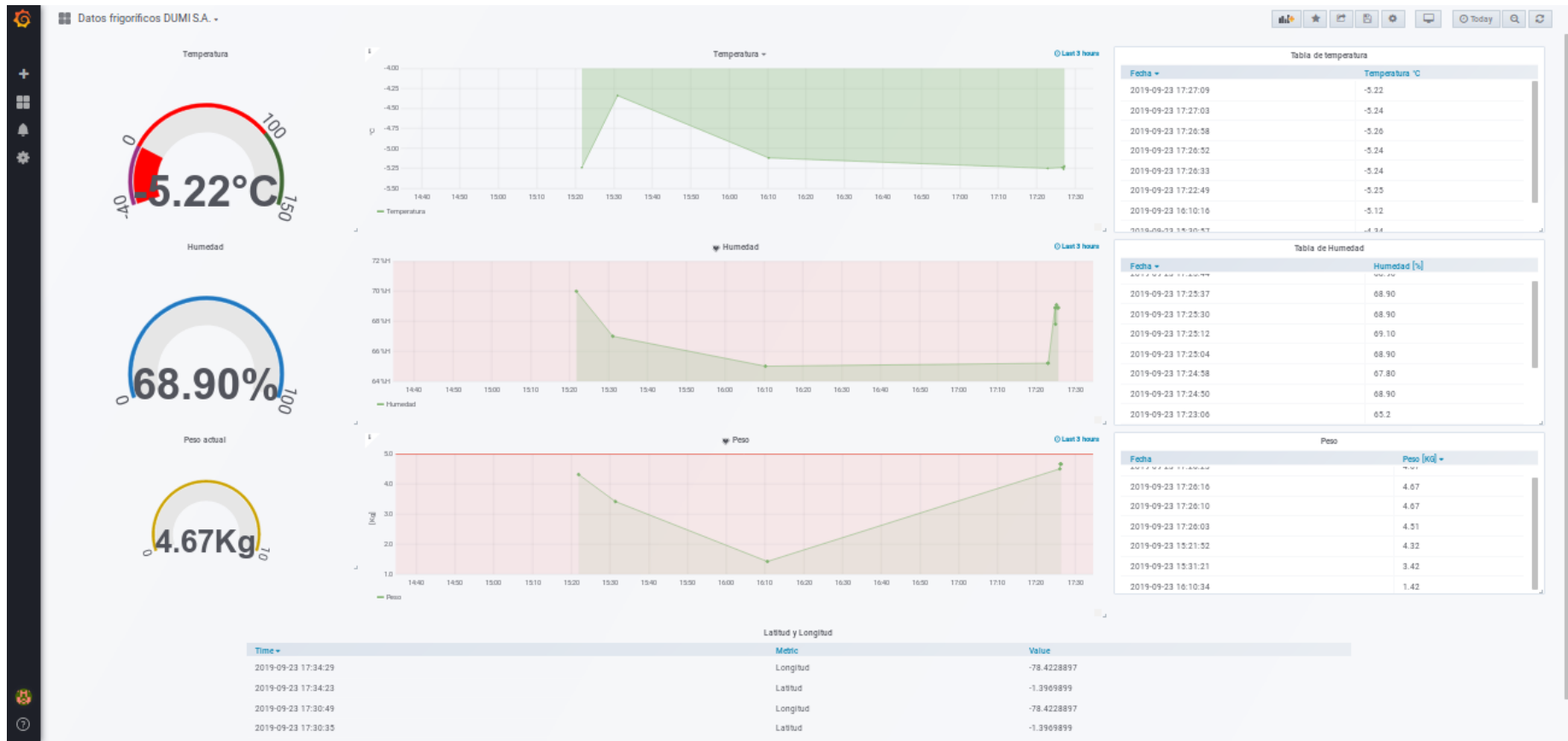


Figura 4.65 Grafana Dashboard

Elaborado por: Investigador

La Tabla 4.22 muestra los datos obtenidos al importar el archivo CSV proveniente de Grafana y visualizado mediante la hoja de cálculo de Excel. Además, se pueden apreciar las distintas alertas marcadas en rojo, tanto de temperatura como de cantidad del producto.

La alerta de temperatura se lanza cuando la temperatura dentro del frigorífico aumenta hasta alcanzar un valor mayor o igual a -2°C y que la alerta de cantidad de producto se activa cuando el producto se reduce a la mitad o menos de la mitad, es decir, un peso menor o igual a 2.5 Kg.

Cada uno de los datos mostrados en la Tabla 4.22 cuenta con su respectiva Fecha en formato de AA/MM/DD y su hora en formato de HH/MM/SS seguido por el valor tomado por los sensores.

Tabla 4.22 Datos obtenidos al importar el archivo CSV de Grafana y visualizarlo mediante Excel

Fecha	Temperatura °C	Fecha	Peso [KG]
2019-09-23 15:21:40	-5,24	2019-09-19 16:46:06	4,67
2019-09-20 23:32:30	-2,56	2019-09-19 16:30:14	4,52
2019-09-20 23:27:47	-5,24	2019-09-23 15:21:52	4,32
2019-09-20 23:26:13	-2,16	2019-09-20 23:28:09	4,32
2019-09-20 23:25:11	-1,46	2019-09-19 16:58:58	4,32
2019-09-20 23:24:58	-1,45	2019-09-20 23:12:20	4,32
2019-09-20 23:24:43	-1,67	2019-08-30 14:02:09	4,32
2019-09-20 23:23:47	-1,23	2019-09-19 17:05:29	4,25
2019-09-20 23:23:28	-1,04	2019-09-19 16:07:30	4,22
2019-09-20 23:23:15	-1,04	2019-08-30 14:15:23	4,21
2019-09-20 23:23:05	-2,03	2019-09-19 16:13:49	3,92
2019-09-20 23:19:52	-4,23	2019-09-19 16:25:00	3,46
2019-09-20 23:18:37	-4,43	2019-08-30 14:07:58	3,22
2019-09-20 23:14:27	-4,34	2019-09-20 23:20:26	2,51
2019-09-20 23:11:54	-5,24	2019-08-31 21:21:06	2,51
2019-09-19 18:31:08	-1,90	2019-08-31 21:21:16	2,51
2019-09-19 18:29:37	-2,05	2019-08-31 21:08:05	2,51
2019-09-19 18:28:07	-2,05	2019-08-31 21:06:28	2,51
2019-09-19 17:05:10	-2,03	2019-08-30 14:23:03	2,51
2019-09-19 17:04:46	-2,04	2019-08-30 14:22:25	2,51
2019-09-19 16:58:45	-5,25	2019-08-30 14:21:29	2,51
2019-09-19 16:45:51	-5,24	2019-08-30 14:08:51	2,51
2019-09-19 16:29:56	-5,25	2019-08-30 14:06:10	2,02
2019-09-19 16:24:45	-5,27	2019-08-30 13:57:00	1,61

Elaborado por: Investigador

4.8 PRESUPUESTO

Para el cálculo del presupuesto total para llevar a cabo la implementación del sistema de Geolocalización y Monitoreo de frigoríficos, se consideraron dos partes: presupuesto de diseño y presupuesto de construcción. Para el obtener el valor del presupuesto de diseño se tomó en cuenta el número total de horas empleadas en su elaboración y el salario mensual de un Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones que según el Ministerio de Trabajo es de 858 dólares. Considerando un promedio de 21 días laborables, y a través de la Ecuación 4.4 se obtuvo el salario por día [56] [59]:

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 4.5} \quad \text{Salario}_{diario} &= \frac{\text{Salario}_{mensual}}{\text{Días laborables}} \\ \text{Salario}_{diario} &= \frac{858}{21} \\ \text{Salario}_{diario} &= 40.86 \text{ [dólares] [56]} \end{aligned}$$

Dado que las horas laborables por día son 8 y aplicando la Ecuación 4.5 se obtiene el valor en dólares, por hora de trabajo.

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 4.6} \quad \text{Salario}_{hora} &= \frac{\text{Salario}_{diario}}{\text{Horas laborables}} \\ \text{Salario}_{hora} &= \frac{40.86}{8} \\ \text{Salario}_{hora} &= 5.11 \text{ [dólares] [56]} \end{aligned}$$

Se estiman 200 horas de investigación empleadas para el diseño, simulación y pruebas de funcionamiento; mediante la Ecuación 4.6 se calculó el presupuesto de diseño del proyecto de investigación [56].

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 4.7} \quad \text{Presupuesto}_{diseño} &= \text{Horas}_{investigación} * \text{Salario}_{hora} \\ \text{Presupuesto}_{diseño} &= 200 * 5.11 \text{ [dólares]} \\ \text{Presupuesto}_{diseño} &= 1022 \text{ [dólares]} \end{aligned}$$

En la Tabla 4.23 se detalla el costo de cada dispositivo y elemento electrónico usados en la elaboración del prototipo.

Tabla 4.23 Presupuesto de construcción del prototipo

N°	Detalle	Cantidad	Valor Unitario [\$]	Valor Total [\$]
1	Módulo ESP32	1	12	12
2	Celda de carga TAL220	1	7	7
3	Sensor Hx711	1	4	4
4	Sensor DHT22	1	8	8
5	Módulo GPS	1	15	15
6	Batería	1	13	13
7	Cargador de Batería	1	15	15
8	Transformador AC/AC	1	18	18
9	Elementos Electrónicos	-	20	20
10	Caja de Protección	1	17	17
Subtotal				129
Iva (12%)				15,98
TOTAL				144,98

Elaborado por: Investigador

Utilizando la Ecuación 4.7 se obtuvo el valor del presupuesto total,

$$\text{Ecuación 4.7} \quad \text{Presupuesto}_{total} = \text{Presupuesto}_{diseño} + \text{Presupuesto}_{construcción}$$

$$\text{Presupuesto}_{total} = 1022 + 148.85[\text{dólares}]$$

$$\text{Presupuesto}_{total} = 1170.85 [\text{dólares}]$$

4.9 RELACIÓN COSTO – BENEFICIO

La empresa DUMI S.A. de la ciudad de Ambato, al invertir en el sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos se beneficiará en varios aspectos de suma importancia, los cuales están relacionados directamente con el chequeo continuo de las condiciones de su producto y equipos. La empresa invierte cantidades significativas de tiempo, materia prima y dinero en la elaboración de su producto que, en caso de ocurrir algún incidente que afecte sus condiciones, resultaría en grandes pérdidas económicas. Por esta razón, el presente proyecto se enfoca en el monitoreo continuo de tres variables que están relacionadas directamente con las condiciones del producto y una adicional, que se orienta a la localización del equipo de refrigeración. La relación costo – beneficio del monitoreo de estas variables, se describe a continuación.

4.9.1 UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Con el fin de proporcionar el equipamiento necesario para la venta y exhibición de sus productos, la heladería DUMI S.A. adquiere equipos que son distribuidos a cada cliente intermedio en las ciudades de la Zona 3 del Ecuador; las cuales se encuentran a una distancia considerable de la fábrica de helados ubicada en Ambato. Cada uno de los equipos distribuidos por la empresa tiene un valor de \$550 con una capacidad de almacenamiento que alcanza los 400 helados a un dólar cada uno, elevando el costo de cada frigorífico (lleno) a \$950. Tomando en cuenta que, en la actualidad, la empresa DUMI cuenta con 17 clientes intermedios, y suponiendo que la mitad de frigoríficos llegaran a extraviarse o sustraerse, el monto total de la pérdida sería de \$8.075. La implementación del sistema de geolocalización en los equipos de refrigeración, le permite a la empresa conocer la ubicación tanto de su producto como de su equipo a lo largo del territorio nacional, brindando un aporte significativo a la empresa y evitando posibles pérdidas económicas [8].

4.9.2 MONITOREO DE TEMPERATURA

Desde el transporte del producto hasta su entrega y almacenamiento en cada frigorífico, la variable con más peso al momento de mantener la consistencia y calidad del helado, es la temperatura. Cada frigorífico almacena helados en un rango de temperatura que va desde los 4°C hasta más de 5°C. Un aumento de temperatura dentro del equipo de refrigeración afecta directamente al producto, causando que éste se derrita, pierda su paleta de madera y se forme una capa de agua en el fondo del vaso. En casos graves de descongelamiento, el producto no puede ser congelado otra vez y es descartado, hecho que suceden en varias ocasiones porque el usuario olvida cerrar la ventana corrediza del equipo. Conociendo el costo del producto y la importancia de las condiciones de congelación, el monitoreo continuo de la variable temperatura permite al usuario tener conocimiento de las condiciones internas del frigorífico y en caso de que surgir algún incremento de temperatura, ser alertado por la aplicación móvil y evitar pérdidas superiores a los \$400 en productos [8].

4.9.3 MONITOREO DE LA CANTIDAD DE PRODUCTO DISPONIBLE

El monitoreo de la cantidad de producto le permite a la empresa DUMI S.A ahorrar tiempo y dinero invertidos tanto en combustible para las visitas a cada cliente intermedio como en producción de helados. En cuanto a la producción, la empresa está sujeta a la información que proviene de cada cliente intermedio, siendo éste quien solicita los helados, en la mayoría de casos, cuando el producto se ha agotado. Esta falta de información, implica pérdidas en ventas para la empresa al desconocer la cantidad de helados disponibles en cada punto. El uso del sistema de monitoreo previene al gerente, a través de alertas de la cantidad de producto disponible, que un determinado sabor se está agotando; información necesaria para elaboración anticipada del producto. El uso de esta información le permite a la empresa ahorrar una cantidad estimada de 50 dólares mensuales en visitas técnicas [8].

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Como resultado del presente trabajo de investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los procesos de distribución y almacenamiento en la Heladería DUMI S.A. de la ciudad de Ambato tienen bajos niveles de eficiencia a la hora de proveer productos al consumidor final en los puntos de distribución. La implementación de un sistema mediante el cual se visualiza la cantidad de producto disponible en los puntos de venta permitió que el productor establezca un plan de distribución de helados para el cliente intermedio.
- El monitoreo de las variables de temperatura, peso y localización, permite al usuario tener conocimiento de las condiciones en las que se encuentra el producto además del equipo de refrigeración. Considerando que los puntos de distribución del cliente intermedio se encuentran alejados del punto de producción, contar con un sistema de visualización de datos a través de una aplicación móvil le ahorra al productor 75 min adicionales al tiempo de viaje hacia el destino (Tabla 4.5) en caso de realizar alguna entrega o de surgir un evento fortuito. Además, el vínculo de la información con el gestor de bases de datos Influx en conjunto con Grafana, permite al usuario visualizar la información en forma de gráficos estadísticos, procesarlos y realizar estimaciones del producto más vendido en la zona de distribución.
- La lectura de la variable de temperatura usando el sensor DHT22, mediante el módulo de desarrollo ESP32 tiene un error promedio de 2.41%, que,

comparado al valor medido por un sensor digital calibrado; resulta ser muy bajo. De igual manera, el error promedio de la variable de peso adquirida mediante el sensor TAL220, presenta un porcentaje de error muy bajo con un valor de 3%. Por lo tanto, tomando en cuenta estos valores, el porcentaje de error del sistema es de 2.70%, considerado como mínimo.

- La transmisión de datos del sistema se realiza mediante el protocolo MQTT, diseñado para trabajar en entornos IoT con redes de alta latencia y baja velocidad; teniendo como resultado un tiempo promedio mínimo 112ms en el envío de alertas, desde su generación en el frigorífico hasta la recepción de las mismas en la aplicación móvil.
- La fuente de alimentación utilizada brinda una autonomía de 15.88 horas en caso de ausencia de energía eléctrica por algún tipo de fallo en el cableado de la red. Teniendo en cuenta que el producto (helados) monitoreado es muy sensible a temperaturas altas y que su tiempo de descongelación es de 30 min dependiendo de la temperatura ambiente, el sistema presenta una eficiencia energética del 100% con un tiempo adicional de duración de 15.68 horas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Evitar cubrir la antena del dispositivo GPS con elementos como metal, madera, y plásticos de grosor superior a 2 líneas, ya que esto implicaría la pérdida de la conexión con los satélites y, por ende, lecturas nulas en latitud y longitud.
- Asegurarse de que la fuente ENFORCER para el sistema de Backup sea alimentada con 16Vac usando un transformador tipo II, caso contrario, la fuente podría sufrir daños y el sistema no funcionaría.
- Cuando se desee implementar el sistema de geolocalización y monitoreo de forma permanente en todos los puntos del cliente intermedio, se debe considerar actualizar los dispositivos utilizados ya que las empresas como Ublox, están en constante evolución; es decir, añaden mejoras significativas a

sus dispositivos, por lo que resultaría adecuado para el usuario usar dispositivos mejorados.

- Evitar sobrecargar la estructura interna encargada de medir el peso del producto, ya que una sobrecarga conllevaría a fallas en las mediciones y, por ende, la obtención de datos erróneos. La cantidad considerada como sobrecarga está establecida en los 10Kg ya que ese es el peso máximo soportado por la celda de carga TAL220.
- Con respecto al sensor de temperatura y humedad DHT22; al momento de instalar el sistema de forma permanente, esto es las 24 horas al día los 7 días de la semana, el sensor debe ser protegido por algún tipo de material o estructura que lo mantenga aislado del agua en caso de que el frigorífico llegue a descongelarse.
- El mantenimiento del equipo se debe realizar cada dos meses con el objetivo de asegurar su correcto funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Pérez, «El gasto en helados 2016,» 08 Agosto 2016. [En línea]. Available: <http://www.constanza.org/wp-content/uploads/2016/09/Bolet%C3%ADn-de-Investigaci%C3%B3n-VIII-2016-Gasto-en-helados.pdf>. [Último acceso: 12 Agosto 2018].
- [2] Libertad Digital, «Helados más vendidos,» Libertad Digital S.A, 09 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://www.libertaddigital.com/fotos/helados-mas-vendidos-libre-mercado-1011941/>. [Último acceso: 12 Agosto 2018].
- [3] L. Godás, «Distribución del comercio mayorista,» NN Marzo 2007. [En línea]. Available: <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-la-distribucion-comercio-mayorista-minorista-13101022>. [Último acceso: 17 Marzo 2018].
- [4] G. Benavides, «Análisis del comportamiento de compra de la categoría de helados,» 07 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9562/1/T-UCSG-POS-MGM-77.pdf>. [Último acceso: 12 Agosto 2018].
- [5] El Universo, «Más competencia en el mundo de los helados,» C.A EL UNIVERSO, 30 Novimebre 2015. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/noticias/2015/11/30/nota/5271108/mas-competencia-mundo-helados>. [Último acceso: 12 Agosto 2018].
- [6] Revista Ekos, «Pinguino, el palpitar de la Industria,» 28 Junio 2013. [En línea]. Available: <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=2171>. [Último acceso: 17 Agosto 2018].
- [7] F. Layedra, «Topsy busca más clientes con su helado artesanal,» El Comercio, 08 Agosto 2012. [En línea]. Available: <https://www.revistalideres.ec/lideres/topsy-busca-clientes-helado-artesanal.html>. [Último acceso: 17 Agosto 2018].

- [8] A. Heredia, «Nueva línea de productos en postres congelados en la Heladería Dulzura Mía,» 05 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27166/1/643%20MKT.pdf>. [Último acceso: 12 Agosto 2018].
- [9] ArgenINTA, «Canales de distribución,» 21 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/8-distribucion-canales-logistica.pdf>. [Último acceso: 18 Agosto 2018].
- [10] C. Lizárraga y S. Díaz, «Uso de software libre y de internet como herramienta de apoyo para el aprendizaje,» 08 Enero 2007. [En línea]. Available: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/142416.pdf>. [Último acceso: 18 Agosto 2018].
- [11] M. Yuquilema, «Estudio de un sistema de monitoreo y control de posicionamiento vía GPS aplicado a mascotas,» 2007. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27155/1/YUQUILEMA%20MU%20c3%91OZ%20MARLON%20DAVID.pdf>. [Último acceso: 01 Septiembre 2018].
- [12] G. Barrera, «Sistema de monitoreo y adquisición de datos para un refrigerador de aplicación médica,» 26 Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/22000/Tesis%20Tania%20Gabriela%20Barrera%20Valdivia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 16 Septiembre 2018].
- [13] M. Granizo y R. Merchán, «Análisis y diseño de una aplicación móvil para pedidos de comida en restaurantes,» 12 Mayo 2017. [En línea]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/38630/D-103293.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [14] G. Henao, «Diseño de un equipo de rastreo satelital de elementos usando tecnologías GPS y GSM,» Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/71398213.pdf>. [Último acceso: 01 Septiembre 2018].

- [15] L. Echeverry, «Gestión de ordenes de pedidos basada en tecnología móvil,» 06 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/10785/3651/1/CDMIST96.pdf>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [16] A. Muñiz y L. Rubio, «Aplicación móvil para pedidos anticipados y ordenes de alimentos en restaurantes,» NN Noviembre 2014. [En línea]. Available: <http://erecursos.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/3302/APLICACION%20M%C3%93VIL%20PARA%20PEDIDOS%20ANTICIPADOS%20Y%20C%C3%93RDENES%20DE%20ALIMENTOS%20EN%20RESTAURANTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [17] J. García, «Aplicación de pedidos de ventas para tablets Android,» 04 Junio 2013. [En línea]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/22601/13/angelgarcia3TFC0613Presentacion.pdf>. [Último acceso: 19 Agosto 2018].
- [18] J. Díaz, «Sistema de Geolocalización y Monitoreo de pacientes médicos en alto riesgo,» *Pensamiento Americano*, vol. 4, n° 7, pp. 23-27, 2011.
- [19] MaquinariaPro, «Sistema electrónico,» 13 Mayo 2013. [En línea]. Available: <http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-electronico.html>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [20] Departamento de Tecnología Las Sabinas, «Sistemas electrónicos,» 20 Febrero 2011. [En línea]. Available: <http://blog.educastur.es/tecnoaller/files/2011/02/apuntes-e-analogica.pdf>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [21] J. Prieto, «Tecnología y desarrollo en dispositivos móviles,» 19 Mayo 2015. [En línea]. Available: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf). [Último acceso: 20 Agosto 2018].

- [22] A. Alarcón, « Sistema de monitorización y control de ganado vacuno por medio de tecnología inalámbrica para prevención de abigeato,» Octubre 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28807>. [Último acceso: 13 Agosto 2019].
- [23] J. Camargo, «Tecnologías Inalámbricas,» 2009. [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70218/fichero/2.Tecnolog%C3%ADas+Inal%C3%A1mbricas.pdf>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [24] J. Moreno y D. Ruiz, «Informe Técnico: Protocolo Zigbee (IEEE 802.15.4),» Junio 2007. [En línea]. Available: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [25] P. Dignani, «Análisis del protocolo Zigbee,» 2011. [En línea]. Available: https://postgrado.info.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/Dignanni_Jorge_Pablo.pdf. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [26] G. Navarro, «Estándar IEEE 802.11,» 2006. [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11306/fichero/TEORIA%252F07+-+Capitulo+2.pdf>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [27] Unicauca, «Introducción WCDMA (UMTS),» 11 Octubre 2010. [En línea]. Available: <http://artemisa.unicauca.edu.co/~vflorez/3GWCDMA/capitulo2.pdf>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [28] N. Rivera, «Todo sobre el 4G LTE,» 15 Enero 2013. [En línea]. Available: <https://omicro.no.elespanol.com/2013/01/todo-sobre-el-4g-lte-que-es-para-que-sirve-y-cuando-llegara-a-espana/>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [29] A. Fernández, «4G LTE, la nueva era de las comunicaciones tácticas,» 14 Agosto 2015. [En línea]. Available: http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2015/DIEEEO87-

- 2015_4G_LTE_ComunicacionesTacticas_J.AbrahamFdez.pdf. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [30] F. Prieto, «Transmisión de imágenes de video mediante Servicios Web XML sobre J2ME,» Febrero 2007. [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11372/fichero/Memoria%252F03+-+GPRS.pdf>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [31] M. Baena, «Desarrollo de un software para la gestión de correcciones RTCM de la red Andaluza de posicionamiento para navegadores de código (GEORAP),» [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11417/fichero/Cap%C3%ADtulos+%252F2--Sistema+de+Navegacion+con+ayuda+de+sat%C3%A9lites.pdf>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [32] E. Huerta, A. Mangiaterra y G. Noguera, GPS Posicionamiento satelital, Argentina: UNR EDITORA, 2005.
- [33] Hyperphysics, «Global Positioning Satellites,» 05 Octubre 2018. [En línea]. Available: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/gps.html>. [Último acceso: 08 Noviembre 2019].
- [34] What-when-how, «Positioning Through Satellites (GPS),» 08 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <http://what-when-how.com/gps-galileo-dual-rf-front-end-receiver-and-design-fabrication-and-test/positioning-through-satellites-gps/>. [Último acceso: 08 Noviembre 2019].
- [35] M. De la Fuente, «Sensores,» 12 Enero 2005. [En línea]. Available: <http://www.isa.cie.uva.es/~maria/sensores.pdf>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [36] Omega Co., «Sensor de temperatura,» 2003. [En línea]. Available: <https://es.omega.com/prodinfo/medicion-temperatura.html#>. [Último acceso: 21 Agosto 2018].

- [37] I. Gericó, «Sensor de peso,» 27 Enero 2014. [En línea]. [Último acceso: 21 Agosto 2018].
- [38] Digitaldimension, «MQTT: un protocolo específico para el internet de las cosas,» 27 Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://www.digitaldimension.solutions/es/blog-es/opinion-de-expertos/2015/02/mqtt-un-protocolo-especifico-para-el-internet-de-las-cosas/>. [Último acceso: 9 Mayo 2019].
- [39] IBM, «Conociendo MQTT,» 04 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>. [Último acceso: 11 Mayo 2019].
- [40] RedHat, «¿Qué es Cloud Computing?,» Red Hat, 14 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/cloud>. [Último acceso: 10 Mayo 2019].
- [41] Ittravelservices, «Cloud Computing,» 08 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ittravelservices.com/cloud-computing.html>. [Último acceso: 09 Julio 2019].
- [42] Cloud MQTT, «Documentation Getting started with CloudMQTT,» 10 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.cloudmqtt.com/docs/index.html>. [Último acceso: 09 Julio 2019].
- [43] InfluxDB, «Telegraf e Influx Data Base,» 14 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.influxdata.com/>. [Último acceso: 09 Julio 2019].
- [44] E. Bueno, Introducción a la organización de empresas, Madrid: Centro de estudios financieros, 2010.
- [45] Junta de Andalucía, «Técnicas de Ventas,» 24 Abril 2005. [En línea]. Available: http://www.juntadeandalucia.es/empleo/recursos/material_didactico/especialidades/materialdidactico_ventas_comunic-comercial/modulos/MODULO%203%20-%20TECNICAS%20DE%20VENTA.pdf. [Último acceso: 21 Agosto 2018].

- [46] Slideshare, «Diferentes sistemas de ventas,» 14 Mayo 2013. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/nuria229/diferentes-sistemas-de-ventas>. [Último acceso: 04 Agosto 2018].
- [47] Sistema Nacional de Información del Ecuador, «VISORES GEOGRÁFICOS ZONALES,» 23 Agosto 2019. [En línea]. Available: <http://sni.gob.ec/visor-zonal>. [Último acceso: 23 Agosto 2019].
- [48] Aoson Electronics Co., «DHT22 Datasheet,» 28 Septiembre 2010. [En línea]. Available: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. [Último acceso: 24 Agosto 2019].
- [49] Mouser Electronics, «DHT11 Humidity & Temperature Sensor,» 16 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>. [Último acceso: 31 Agosto 2019].
- [50] Texas Instruments, «LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors,» Diciembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>. [Último acceso: 31 Agosto 2019].
- [51] HTC Sensors, «TAL220 Parallel Beam Load Cell,» 13 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/TAL220M4M5Update.pdf>. [Último acceso: 24 Agosto 2019].
- [52] ALPHA ELECTRONIC, «Membrane Force Sensor,» 4 Junio 2019. [En línea]. Available: [https://www.mouser.mx/datasheet/2/13/Alpha_06032019_Part_104-MFS-C01_\(MF01-N-221-A01-1600678.pdf](https://www.mouser.mx/datasheet/2/13/Alpha_06032019_Part_104-MFS-C01_(MF01-N-221-A01-1600678.pdf). [Último acceso: 31 Agosto 2019].
- [53] Ublox, «GPS Ublox Datasheet,» 18 Junio 2015. [En línea]. Available: <https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO->

- 6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf. [Último acceso: 24 Agosto 2019].
- [54] SIMCom, «SIM908_Hardware Design_V2.00,» 07 Mayo 2012. [En línea]. Available: <http://datasheetcafe.databank.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/11/SIM908-Datasheet-Hardware-Design.pdf>. [Último acceso: 31 Agosto 2019].
- [55] SIMcom, «SIM808_Hardware Design_V1.00,» 27 Marzo 2014. [En línea]. Available: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808_Hardware+Design_V1.00.pdf. [Último acceso: 31 Agosto 2019].
- [56] D. Jimenez, «Sistema de ubicación y monitoreo de señales vitales en adultos mayores y personas con alzheimer,» Abril 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27796>. [Último acceso: 05 Julio 2019].
- [57] J. Edminister, Cricuitos Eléctricos Teoría y 391 problemas resueltos, Mexico: McGraw-Hill, 1965.
- [58] C. Alexander y M. Sadiku, Fundamentos de circuitos eléctricos, México: McGraw-Hill, 2006, pp. 10-11.
- [59] Ministerio del Trabajo, «Tabla salarios mínimos sectoriales,» 2018. [En línea]. Available: <https://drive.google.com/file/d/1vtcRZ65pUnIXIaQquWBalAc8o7Hio67z/view>. [Último acceso: 29 Agosto 2019].

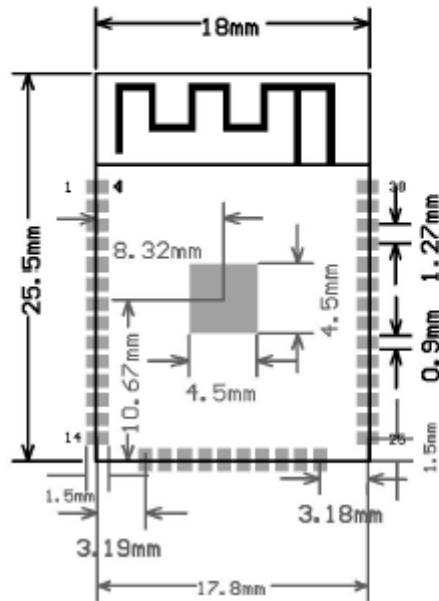
ANEXOS

ANEXO A

Diagrama de pines ESP32S

2.1 Pin Layout

Figure 1: Top and Side View of ESP-32S



NO	Pin Name	Function
1	GND	Ground
2	3V3	Power supply
3	EN	Chip-enable signal. Active high
4	SENSOR_VP	GPI36, SENSOR_VP, ADC_H, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
5	SENSOR_VN	GPI39, SENSOR_VN, ADC1_CH3, ADC_H, RTC_GPIO3
6	IO34	GPI34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4
7	IO35	GPI35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5
8	IO32	GPIO32, XTAL_32K_P (32.768 kHz crystal oscillator input), ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9
9	IO33	GPIO33, XTAL_32K_N (32.768 kHz crystal oscillator output), ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8
10	IO25	GPIO25, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0
11	IO26	GPIO26, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RXD1

12	IO27	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV
13	IO14	GPIO14, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, H52_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
14	IO12	GPIO12, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, H52_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
15	GND	Ground
16	IO13	GPIO13, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, H52_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
17	SHD/SD2	GPIO9, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD
18	SHD/SD3	GPIO10, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD
19	SCS/CMD	GPIO11, SD_CMD, SPICSO, HS1_CMD, U1RTS
20	SCK/CLK	GPIO6, SD_CLK, SPICLK, HS1_CLK, U1CTS
21	SDO/SD0	GPIO7, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA0, U2RTS
22	SDI/SD1	GPIO8, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS
23	IO15	GPIO15, ADC2_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICSO, RTC_GPIO13, H52_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3
24	IO2	GPIO2, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPIWP, H52_DATA0, SD_DATA0
25	IO0	GPIO0, ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK
26	IO4	GPIO4, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPIHD, H52_DATA1,

12	IO27	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV
13	IO14	GPIO14, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
14	IO12	GPIO12, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
15	GND	Ground
16	IO13	GPIO13, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
17	SHD/SD2	GPIO9, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD
18	SHD/SD3	GPIO10, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD
19	SCS/CMD	GPIO11, SD_CMD, SPICSO, HS1_CMD, U1RTS
20	SCK/CLK	GPIO6, SD_CLK, SPICLK, HS1_CLK, U1CTS
21	SD0/SD0	GPIO7, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA0, U2RTS
22	SD1/SD1	GPIO8, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS
23	IO15	GPIO15, ADC2_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICSO, RTC_GPIO13, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3
24	IO2	GPIO2, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPIWP, HS2_DATA0, SD_DATA0
25	IO0	GPIO0, ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK
26	IO4	GPIO4, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPIHD, HS2_DATA1,

		SD_DATA1, EMAC_TX_ER
27	IO16	GPIO16, HS1_DATA4, U2RXD, EMAC_CLK_OUT
28	IO17	GPIO17, HS1_DATA5, U2TXD, EMAC_CLK_OUT_180
29	IO5	GPIO5, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK
30	IO18	GPIO18, VSPICLK, HS1_DATA7
31	IO19	GPIO19, VSPIQ, U0CTS, EMAC_TXD0
32	NC	-
33	IO21	GPIO21, VSPIHD, EMAC_TX_EN
34	RXD0	GPIO3, U0RXD, CLK_OUT2
35	TXD0	GPIO1, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
36	IO22	GPIO22, VSPIWP, U0RTS, EMAC_TXD1
37	IO23	GPIO23, VSPID, HS1_STROBE
38	GND	Ground

ANEXO B

Datasheet GPS Ublox Neo 6m

GPS

NEO-6

u-blox 6 GPS Modules

Data Sheet

locate, communicate, accelerate

Abstract

Technical data sheet describing the cost effective, high-performance u-blox 6 based NEO-6 series of GPS modules, that brings the high performance of the u-blox 6 positioning engine to the miniature NEO form factor.

These receivers combine a high level of integration capability with flexible connectivity options in a small package. This makes them perfectly suited for mass-market end products with strict size and cost requirements.



15.0 x 12.2 x 2.4 mm

www.u-blox.com



1.3 GPS performance

Parameter	Specification			
Receiver type	50 Channels GPS L1 frequency, C/A Code SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS			
Time-To-First-Fix ¹		NEO-6G/Q/T	NEO-6MV	NEO-6P
	Cold Start ²	26 s	27 s	32 s
	Warm Start ²	26 s	27 s	32 s
	Hot Start ²	1 s	1 s	1 s
	Aided Starts ³	1 s	<3 s	<3 s
Sensitivity ⁴		NEO-6G/Q/T	NEO-6MV	NEO-6P
	Tracking & Navigation	-162 dBm	-161 dBm	-160 dBm
	Reacquisition ⁵	-160 dBm	-160 dBm	-160 dBm
	Cold Start (without aiding)	-148 dBm	-147 dBm	-146 dBm
	Hot Start	-157 dBm	-156 dBm	-155 dBm
Maximum Navigation update rate		NEO-6G/Q/MT	NEO-6PV	
		5Hz	1 Hz	
Horizontal position accuracy ⁶	GPS	2.5 m		
	SBAS	2.0 m		
	SBAS + PPP ⁷	< 1 m (2D, R50) ⁸		
	SBAS + PPP ⁷	< 2 m (3D, R50) ⁸		
Configurable Timepulse frequency range		NEO-6G/Q/MPV	NEO-6T	
		0.25 Hz to 1 kHz	0.25 Hz to 10 MHz	
Accuracy for Timepulse signal	RMS	30 ns		
	99%	<60 ns		
	Granularity	21 ns		
	Compensated ⁹	15 ns		
Velocity accuracy ⁶		0.1m/s		
Heading accuracy ⁶		0.5 degrees		
Operational Limits	Dynamics	≤ 4 g		
	Altitude ¹⁰	50,000 m		
	Velocity ¹⁰	500 m/s		

Table 2: NEO-6 GPS performance

3 Electrical specifications

3.1 Absolute maximum ratings

Parameter	Symbol	Module	Min	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	-0.5	2.0	V	
		NEO-6Q, 6M, 6P, 6V, 6T	-0.5	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	-0.5	3.6	V	
USB supply voltage	VDDUSB	All	-0.5	3.6	V	
Input pin voltage	V _{in}	All	-0.5	3.6	V	
	V _{in_usb}	All	-0.5	VDDU SB	V	
DC current through any digital I/O pin (except supplies)	I _{pin}			10	mA	
VCC_RF output current	ICC_RF	All		100	mA	
Input power at RF_IN	P _{rfin}	NEO-6Q, 6M, 6G, 6V, 6T		15	dBm	source impedance = 50Ω, continuous wave
		NEO-6P		-5	dBm	
Storage temperature	T _{stg}	All	-40	85	°C	

Table 9: Absolute maximum ratings



GPS receivers are Electrostatic Sensitive Devices (ESD) and require special precautions when handling. For more information see chapter 6.4.



Stressing the device beyond the "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage. These are stress ratings only. The product is not protected against overvoltage or reversed voltages. If necessary, voltage spikes exceeding the power supply voltage specification, given in table above, must be limited to values within the specified boundaries by using appropriate protection diodes. For more information see the *LEA-6/NEO-6/MAX-6 Hardware Integration Manual* [1].

3.2 Operating conditions

All specifications are at an ambient temperature of 25°C.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	1.75	1.8	1.95	V	
		NEO-6Q/M	2.7	3.0	3.6	V	
		NEO-6P/V/T					
Supply voltage USB	VDDUSB	All	3.0	3.3	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	1.4		3.6	V	
Backup battery current	I_BCKP	All		22		µA	V_BCKP = 1.8 V, VCC = 0V
Input pin voltage range	Vin	All	0		VCC	V	
Digital IO Pin Low level input voltage	Vil	All	0		0.2*VCC	V	
Digital IO Pin High level input voltage	Vih	All	0.7*VCC		VCC	V	
Digital IO Pin Low level output voltage	Vol	All			0.4	V	Iol=4mA
Digital IO Pin High level output voltage	Voh	All	VCC-0.4			V	Ioh=4mA
USB_DM, USB_DP	VinU	All	Compatible with USB with 22 Ohms series resistance				
VCC_RF voltage	VCC_RF	All		VCC-0.1		V	
VCC_RF output current	ICC_RF	All			50	mA	
Antenna gain	Gant	All			50	dB	
Receiver Chain Noise Figure	NFtot	All		3.0		dB	
Operating temperature	Topr	All	-40		85	°C	

3.3 Indicative power requirements

Table 11 lists examples of the total system supply current for a possible application.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Max. supply current ¹⁵	Iccp	All			67	mA	VCC = 3.6 V ¹⁶ / 1.95 V ¹⁷
		Icc Acquisition	All	47 ¹⁹		mA	
		Icc Tracking (Max Performance mode)	NEO-6G/Q/T NEO-6M/P/V	40 ²⁰ 39 ²⁰		mA	
Average supply current ¹⁸	Icc Tracking (Eco mode)	NEO-6G/Q/T		38 ²⁰		mA	VCC = 3.0 V ¹⁶ / 1.8 V ¹⁷
		NEO-6M/P/V		37 ²⁰		mA	
		NEO-6G/Q		12 ²⁰		mA	
		NEO-6M		11 ²⁰		mA	

Table 11: Indicative power requirements

Values in Table 11 are provided for customer information only as an example of typical power requirements. Values are characterized on samples, actual power requirements can vary depending on FW version used, external circuitry, number of SVs tracked, signal strength, type of start as well as time, duration and conditions of test.

ANEXO C

Datasheet



HX711

24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales

DESCRIPTION

Based on Avia Semiconductor's patented technology, HX711 is a precision 24-bit analog-to-digital converter (ADC) designed for weigh scales and industrial control applications to interface directly with a bridge sensor.

The input multiplexer selects either Channel A or B differential input to the low-noise programmable gain amplifier (PGA). Channel A can be programmed with a gain of 128 or 64, corresponding to a full-scale differential input voltage of $\pm 20\text{mV}$ or $\pm 40\text{mV}$ respectively, when a 5V supply is connected to AVDD analog power supply pin. Channel B has a fixed gain of 32. On-chip power supply regulator eliminates the need for an external supply regulator to provide analog power for the ADC and the sensor. Clock input is flexible. It can be from an external clock source, a crystal, or the on-chip oscillator that does not require any external component. On-chip power-on-reset circuitry simplifies digital interface initialization.

There is no programming needed for the internal registers. All controls to the HX711 are through the pins.

FEATURES

- Two selectable differential input channels
- On-chip active low noise PGA with selectable gain of 32, 64 and 128
- On-chip power supply regulator for load-cell and ADC analog power supply
- On-chip oscillator requiring no external component with optional external crystal
- On-chip power-on-reset
- Simple digital control and serial interface: pin-driven controls, no programming needed
- Selectable 10SPS or 80SPS output data rate
- Simultaneous 50 and 60Hz supply rejection
- Current consumption including on-chip analog power supply regulator:
 - normal operation $< 1.5\text{mA}$, power down $< 1\mu\text{A}$
- Operation supply voltage range: 2.6 ~ 5.5V
- Operation temperature range: $-40 \sim +85^\circ\text{C}$
- 16 pin SOP-16 package

APPLICATIONS

- Weigh Scales
- Industrial Process Control

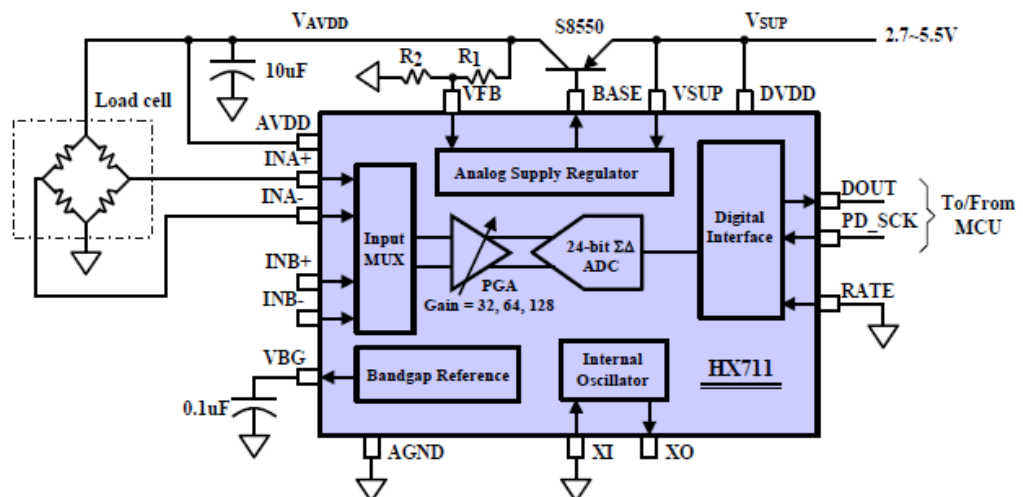
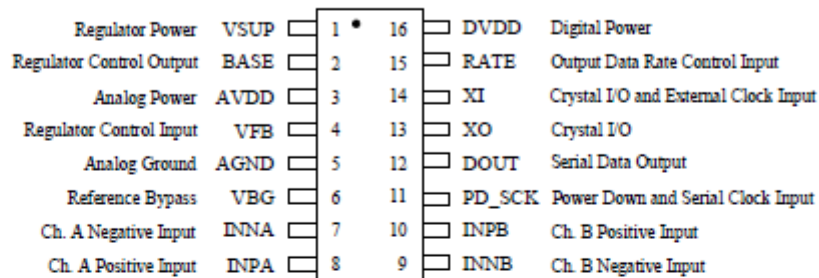


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram

Pin Description


SOP-16L Package

Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output (NC when not used)
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input (connect to AGND when not used)
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial clock input
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use on-chip oscillator
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

KEY ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Parameter	Notes	MIN	TYP	MAX	UNIT
Full scale differential input range	$V(\text{imp})-V(\text{inn})$	$\pm 0.5(\text{AVDD}/\text{GAIN})$			V
Common mode input		AGND+1.2		AVDD-1.3	V
Output data rate	Internal Oscillator, RATE = 0	10			Hz
	Internal Oscillator, RATE = DVDD	80			
	Crystal or external clock, RATE = 0	$f_{\text{clk}}/1,105,920$			
	Crystal or external clock, RATE = DVDD	$f_{\text{clk}}/138,240$			
Output data coding	2's complement	800000		7FFFFFF	HEX
Output settling time ⁽¹⁾	RATE = 0	400			ms
	RATE = DVDD	50			
Input offset drift	Gain = 128	0.2			mV
	Gain = 64	0.4			
Input noise	Gain = 128, RATE = 0	50			nV(rms)
	Gain = 128, RATE = DVDD	90			
Temperature drift	Input offset (Gain = 128)	±6			nV/°C
	Gain (Gain = 128)	±5			ppm/°C
Input common mode rejection	Gain = 128, RATE = 0	100			dB
Power supply rejection	Gain = 128, RATE = 0	100			dB
Reference bypass (V_{BG})		1.25			V
Crystal or external clock frequency		1	11.0592	20	MHz
Power supply voltage	DVDD	2.6		5.5	V
	AVDD, VSUP	2.6		5.5	
Analog supply current (including regulator)	Normal	1400			μA
	Power down	0.3			
Digital supply current	Normal	100			μA
	Power down	0.2			

ANEXO D

Datasheet Celda de Carga TAL220

TAL220

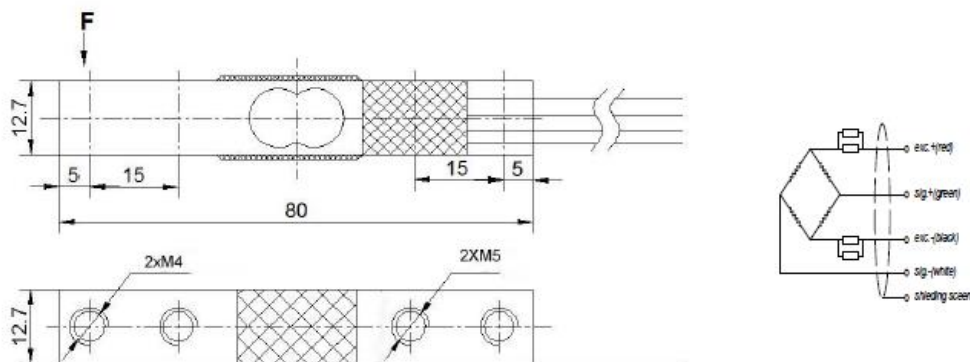
PARALLEL BEAM LOAD CELL



Features:

- ◆ Capacity : 3~200kg
- ◆ Material: aluminum-alloy or alloy steel
- ◆ Type: Parallel beam type
- ◆ Defend grade: IP65
- ◆ Application : Palm scale, kitchen scale, electronic balance, fishing scale, electronic platform scale and other electronic weighing devices.

Electrical connection and Dimensions:(dimension unit: mm)



Specifications:		
capacity	kg	3,5,10,20,25,30,50(aluminum); 80,100,120,200(alloy steel)
safe overload	%FS	120
ultimate overload	%FS	150
rated output	mV/V	1.0 ± 0.15
excitation voltage	Vdc	5 ~ 10
combined error	%FS	± 0.05
zero unbalance	%FS	± 0.1
non-linearity	%FS	± 0.05
hysteresis	%FS	± 0.05
repeatability	%FS	± 0.03
creep	%FS/3min	± 0.05
input resistance	Ω	1000 ± 15
output resistance	Ω	1000 ± 10
insulation resistance	M.Ω	≥ 2000
operating temperature range	°C	-10 ~ +55
compensated temperature range	°C	-10 ~ +40
temperature coefficient of SPAN	%FS/10°C	± 0.05
temperature coefficient of ZERO	%FS/10°C	± 0.05
Electrical connection	cable	4 color wire (standard)or 4 shielded PVC cable, Ø0.8 × 220 mm

※Ordering code: model-capacity- rated output-accuracy-defend grade- the length of cable

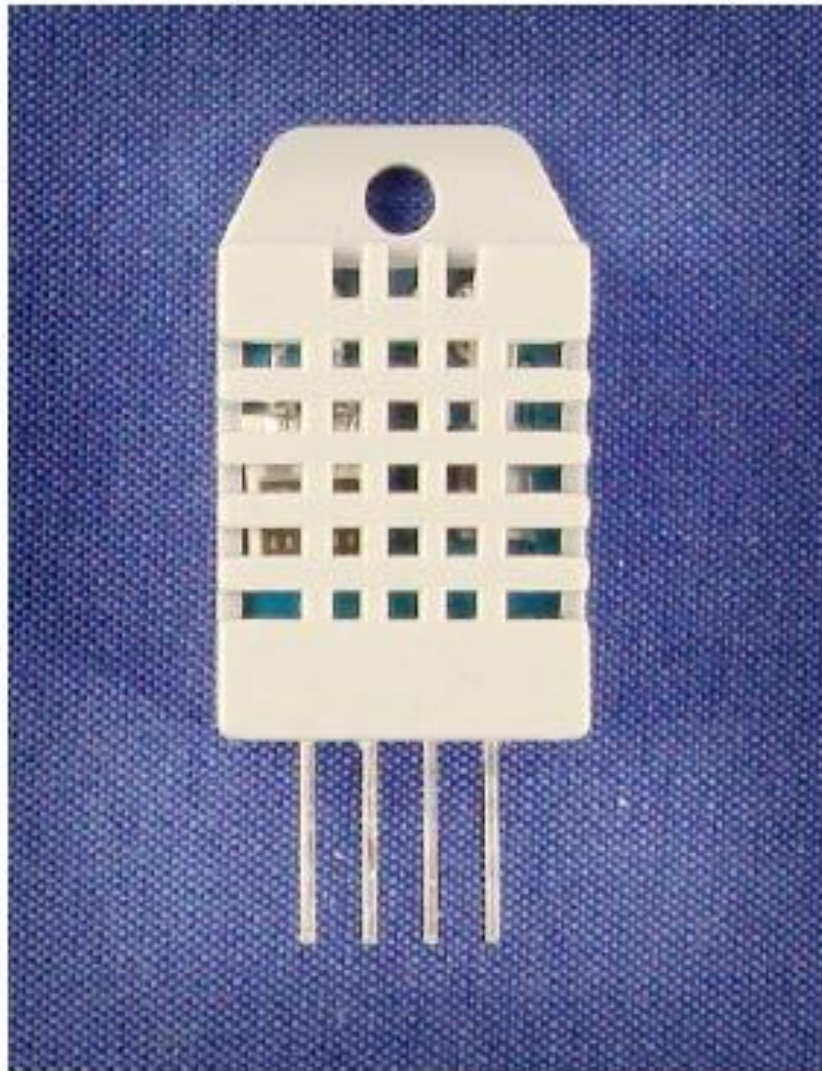
ANEXO E

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

Digital-output relative humidity & temperature sensor/module

DHT22 (DHT22 also named as AM2302)



Capacitive-type humidity and temperature module/sensor

Thomas Liu (Business Manager)

Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

1. Feature & Application:

- * Full range temperature compensated * Relative humidity and temperature measurement
- * Calibrated digital signal *Outstanding long-term stability *Extra components not needed
- * Long transmission distance * Low power consumption *4 pins packaged and fully interchangeable

2. Description:

DHT22 output calibrated digital signal. It utilizes exclusive digital-signal-collecting-technique and humidity sensing technology, assuring its reliability and stability. Its sensing elements is connected with 8-bit single-chip computer.

Every sensor of this model is temperature compensated and calibrated in accurate calibration chamber and the calibration-coefficient is saved in type of programme in OTP memory, when the sensor is detecting, it will cite coefficient from memory.

Small size & low consumption & long transmission distance(20m) enable DHT22 to be suited in all kinds of harsh application occasions.

Single-row packaged with four pins, making the connection very convenient.

3. Technical Specification:

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +/-2%RH(Max +/-5%RH); temperature <+/-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +/-1%RH; temperature +/-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+/-0.3%RH
Long-term Stability	+/-0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

ANEXO F

Datasheet Batería SEALED LEAD ACID



Sealed Lead-Acid Batteries

AJC-D5S

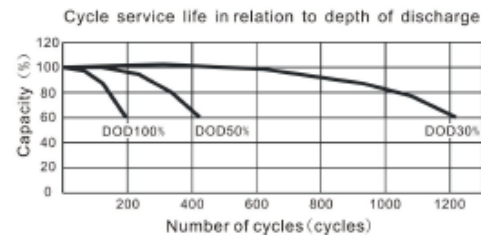
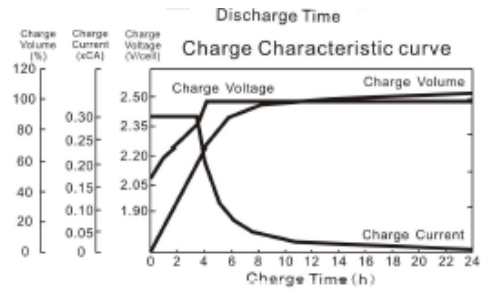
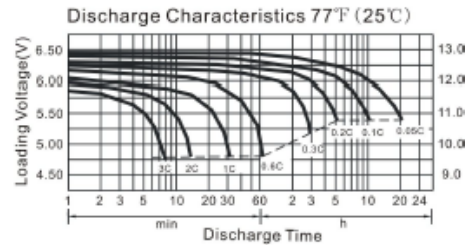
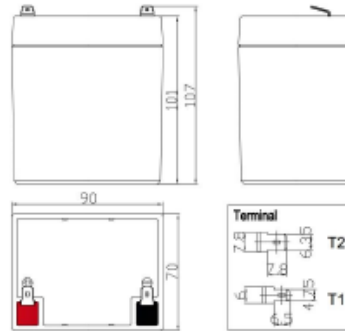


● **Specifications**

Nominal Voltage		12V
Rated Capacity 77°F(25°C) (20HR)		5.0Ah
Dimensions (mm/inch)	Length	90 (3.54)
	Width	70 (2.76)
	Height	101 (3.98)
	Total Height	107 (4.21)
Approx. Weight (kg/lbs)		1.54 (3.40)
Terminal		T1/T2

● **Characteristic**

Capacity 77°F(25°C)	20HR (0.250A)	5.00Ah
	10HR (0.465A)	4.65Ah
	5HR (0.850A)	4.25Ah
	1HR (3.050A)	3.05Ah
	15 min rate (9.25A)	2.31Ah
Internal Resistance	Full Charged Battery 77°F(25°C)	Approx. 35mΩ
	Temperature dependence of capacity (20HR)	104°F(40°C) 102%
Self-Discharge 68°F(20°C) (Capacity after)	77°F(25°C) 100%	
	32°F(0°C) 85%	
	5°F(-15°C) 65%	
Max. Discharge Current, 77°F(25°C)	3 months 90%	
	6 months 80%	
	12 months 60%	
Max. Discharge Current, 77°F(25°C)		75A(5s)
Floating design life, 77°F(25°C)		5 years
Constant Voltage Charge, 77°F(25°C)	Cycle	14.5~14.9V(-24mV/°C) max. current: 1.5 A
	Float	13.6~13.8V(-18mV/°C)



Constant Current Discharge Characteristics (A), 77°F(25°C)

F.V/TIME	5min	10min	15min	30min	60min	2H	3H	5H	8H	10H	20H
1.60V/cell	19.00	12.00	9.25	5.00	3.17	1.79	1.31	0.880	0.585	0.480	0.258
1.70V/cell	18.05	11.40	8.84	4.78	3.05	1.72	1.28	0.865	0.580	0.475	0.255
1.75V/cell	17.70	11.15	8.68	4.68	3.00	1.69	1.25	0.850	0.570	0.465	0.253
1.80V/cell	17.35	10.90	8.52	4.59	2.95	1.66	1.23	0.835	0.565	0.460	0.250

Constant Wattage Discharge Characteristics (Watt), 77°F(25°C)

F.V/TIME	5min	10min	15min	30min	60min	2H	3H	5H	8H	10H	20H
1.60V/cell	34.50	22.00	17.12	9.34	5.96	3.39	2.50	1.700	1.145	0.945	0.510
1.70V/cell	33.10	21.10	16.49	9.00	5.80	3.29	2.47	1.685	1.140	0.940	0.505
1.75V/cell	32.75	20.80	16.34	8.89	5.74	3.26	2.44	1.670	1.130	0.930	0.503
1.80V/cell	32.40	20.55	16.19	8.80	5.70	3.23	2.42	1.655	1.120	0.920	0.500

ajcbattery.com

ANEXO G

Datasheet Termómetro Higrómetro Digital

velleman®



PMHYGRO DIGITAL HYGRO/THERMOMETER

1. Introduction

To all residents of the European Union
Important environmental information about this product

This symbol on the device or the package indicates that disposal of the device after its lifecycle could harm the environment. Do not dispose of the unit (or batteries) as unsorted municipal waste; it should be taken to a specialized company for recycling. This device should be returned to your distributor or to a local recycling service. Respect the local environmental rules. **If in doubt, contact your local waste disposal authorities.**



Thank you for choosing Velleman! Please read the manual thoroughly before bringing this device into service. If the device was damaged in transit, do not install or use it and contact your dealer.

Features: easy panel mounting, large and clear display, low-battery indication, high-grade ABS case, wire (1 m) and probe.

2. Battery

Replace the battery as soon as the low-battery symbol is displayed. Turn left to open the battery cover. Replace the battery. Turn right to close the battery cover.



Warning: Do not puncture batteries or throw them in fire as they may explode. Do not attempt to recharge non-rechargeable batteries (alkaline). Dispose of batteries in accordance with local regulations. Keep batteries away from children.

3. Specifications

humidity measuring range.....	10-99 %
temperature measuring range.....	-50 °C to 70 °C
accuracy.....	± 1 °C, ± 5 %
display size.....	37 x 18 mm
display resolution	0.1 °C
sensor cable length.....	100 cm
dimensions	48 x 30 x 15 mm
panel cut-out	44 x 25 mm
power supply	1 x LR44 battery (incl.)

ANEXO H

MANUAL DE USUARIO

- ⚠ El equipo deberá ser manipulado solamente por el personal capacitado para esta tarea.
- ⚠ En caso de que se requiera reemplazar algún componente del equipo, se deberá contactar con el proveedor .
- ⚠ Es recomendable que se realice el mantenimiento del equipo una vez por mes.
- ⚠ Lea bien las instrucciones incluidas en este manual para sacarle el máximo provecho a este equipo.

PRESENTACIÓN DEL DISPOSITIVO

El sistema de geolocalización y monitoreo de frigoríficos, consta de tres partes: Adquisición, Almacenamiento y Visualización de datos. Para la alimentación del dispositivo, se cuenta con una batería de respaldo en caso de que surja algún tipo de evento involuntario.

El prototipo adquiere información relevante para el usuario, como por ejemplo: temperatura, humedad, cantidad de producto y ubicación del equipo de refrigeración, además, cuenta con la opción de almacenamiento y visualización de datos tanto en una aplicación móvil como en un computador, ésta última con fines de análisis estadístico por parte del usuario. La Figura H.1 muestra un esquema de las partes internas de la etapa de adquisición y almacenamiento de datos.

A: ESP32

B: HX711

C: GPS UBLOX NEO 6M

D: ANTENA GPS UBLOX NEO 6M

E: Fuente ENFORCER para carga de batería

F: Batería LEAD ACID para energía de respaldo

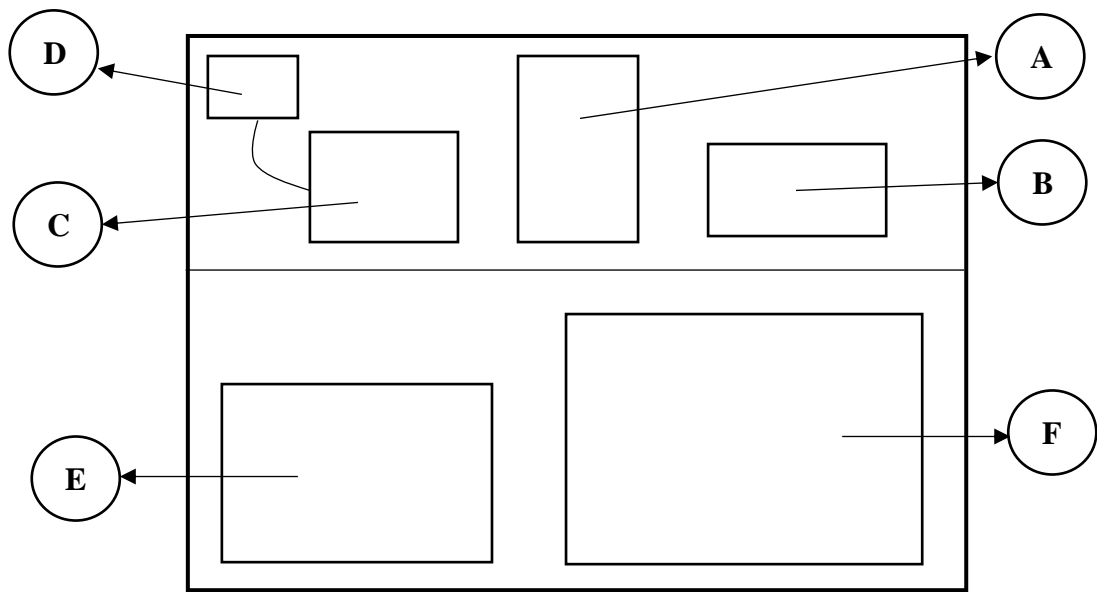


Figura H.1.- Esquema de las partes internas - Etapa de adquisición y procesamiento

La Figura H.2 de abajo muestra el esquema de la estructura instalada dentro del frigorífico, la cual se encarga de la toma de lecturas de temperatura, humedad del frigorífico y peso del producto. Tanto el sensor de peso como el sensor de temperatura se encuentran entre las placas con cubierta de fibra de carbono, las cuales se encargan de protegerlos.

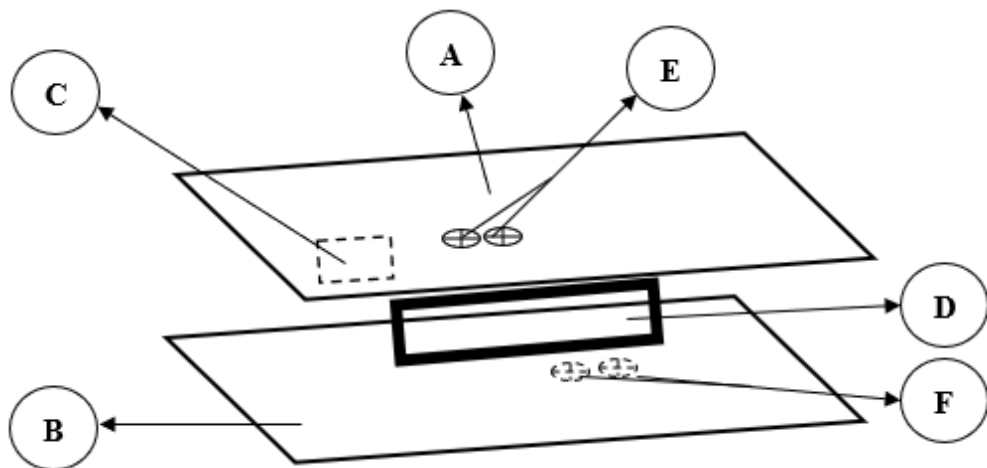


Figura H.2.- Estructura de la etapa de lectura de peso del producto

- A:** Placa superior con cubierta de fibra de carbono
- B:** Placa inferior con cubierta de fibra de carbono
- C:** Sensor DHT22 instalado bajo la placa superior
- D:** Sensor de peso TAL220 instalado entre las placas superior e inferior
- E:** Tornillos de acero galvanizado
- F:** Tornillos de acero galvanizado

MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO

⚠ Antes de encender el sistema, se recomienda chequear las conexiones de cada dispositivo para evitar lecturas erróneas o fallas en la alimentación del circuito.

Antes de alimentar el circuito mediante el transformador 110Vac – 16Vac Tipo II, se debe chequear el funcionamiento del sistema usando la herramienta Puerto Serie en la interfaz de Arduino. En la interfaz se deben visualizar los valores de Temperatura, Humedad, Peso, Latitud y Longitud, correspondiente cada sensor/dispositivo (Ver Figura H.3).

```

/dev/ttyUSB0
10:49:55.332 -> Satellites: 0
10:49:55.332 -> Altitude : 0.00M
10:49:55.332 -> Time      : 15:49:47
10:49:55.332 -> *****
La humedad es:
10:49:56.331 -> 61.50
10:49:56.331 -> Temperatura:
10:49:56.331 -> -3.50
Load_cell output val: 0.00
10:50:06.614 -> Latitude  : 0.00000
10:50:06.614 -> Longitude : 0.00000
10:50:06.614 -> Satellites: 0
10:50:06.614 -> Altitude  : 0.00M
10:50:06.614 -> Time      : 15:49:59
10:50:06.614 -> *****
La humedad es:
10:50:07.613 -> 61.90
10:50:07.613 -> Temperatura:
10:50:07.613 -> -3.70
  
```

Figura H.3.- Temperatura, humedad, peso, latitud y longitud a través del puerto serie de Arduino

Una vez finalizada esta etapa, puede alimentar el sistema mediante el transformador mencionado anteriormente.

ETAPA DE VISUALIZACIÓN

Esta etapa se divide en dos: Aplicación Móvil Dulzura Mía S.A. y estadística de datos en Grafana Web Service.

MANEJO DE LA APLICACIÓN DULZURA MÍA S.A.

La aplicación Dulzura Mía S.A. consta de cuatro Activities (Pantallas): Pantalla de Login, Listado de Frigoríficos, Visualización de datos y Pantalla de Ubicación en el Mapa. La Figura H.4 muestra la Interfaz de Ingreso a la Aplicación y sus características.

1.- Se solicitará el ingreso de un usuario y contraseña.

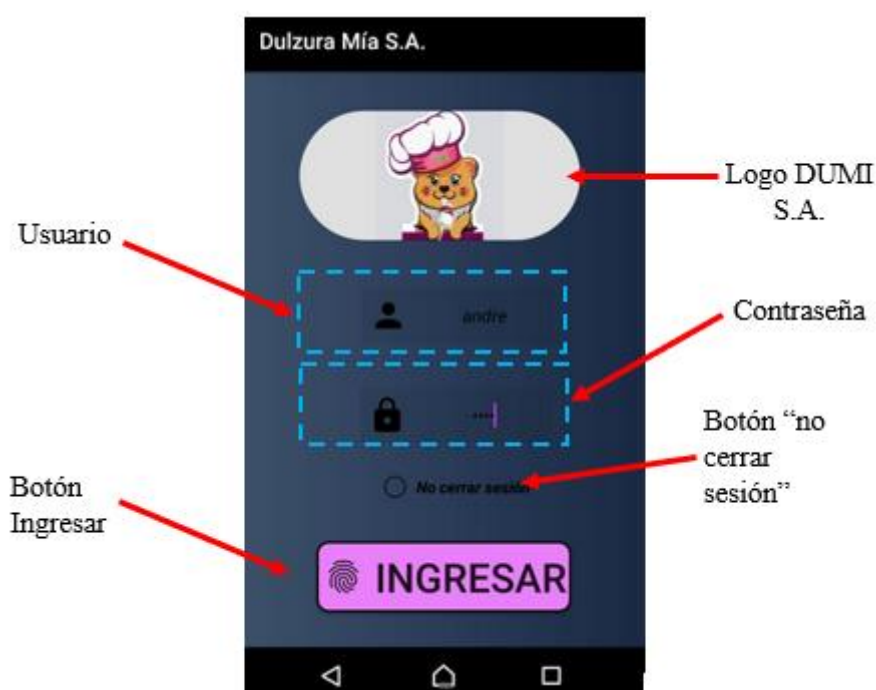


Figura H.4.- Interfaz de inicio de la aplicación Dulzura Mía S.A.

NOTA: El botón de *No cerrar sesión* evitará que el usuario tenga que autenticarse una y otra vez en caso de salir de la aplicación; de manera similar a las funciones de la red social Facebook. Al presionar el botón *INGRESAR*, y siempre y cuando se haya ingresado correctamente los datos, desplegará un mensaje de bienvenida, caso contrario mostrará un mensaje de que el usuario o contraseña son incorrectos.

2.- Una vez autorizado el ingreso, se lanzará la segunda pantalla mostrando un listado de frigoríficos con el nombre de la ciudad en la que se encuentran. El usuario deberá seleccionar un frigorífico pulsando uno de los botones (Ver Figura H.5).



Figura H.5.- Listado de frigoríficos por ciudad

3.- Después de seleccionar uno de los frigoríficos, se lanzará la tercera pantalla en la que se podrán visualizar los datos del equipo de refrigeración (Ver Figura H.6).



Figura H.6.- Interfaz de visualización de datos del frigorífico seleccionado

3.1 ALERTAS

Consta de dos tipos de alertas: Temperatura y Cantidad de producto. Para la alerta de temperatura, se mostrará una notificación acompañada de un tono predeterminado y

un periodo corto de vibración del móvil cuando ésta haya alcanzado una temperatura mayor o igual a -2°C (Ver Figura H.7a).

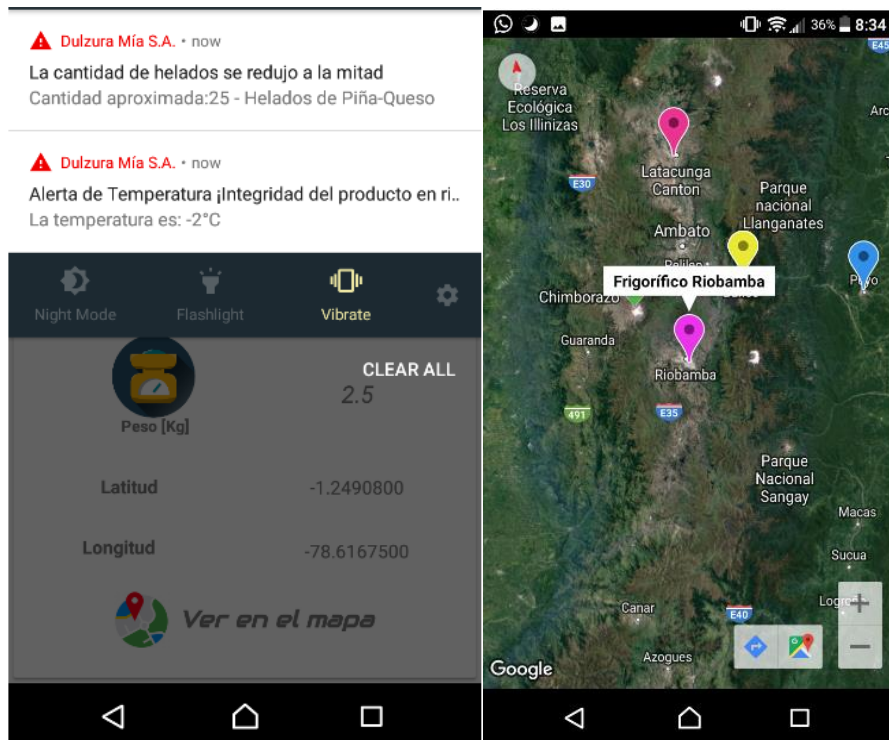


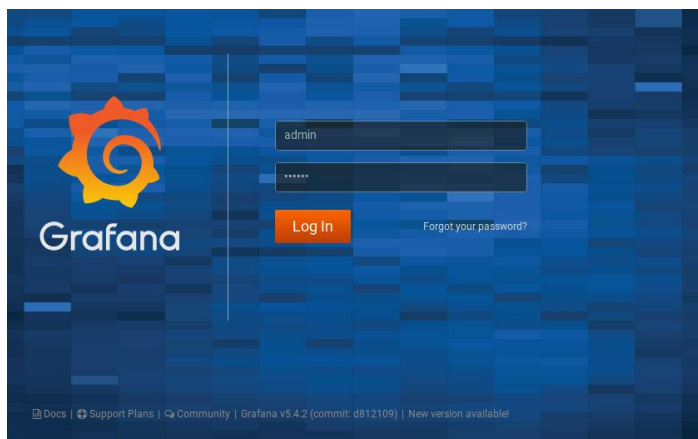
Figura H.7.- (a) Alertas de temperatura y cantidad de producto (b) Ubicación de frigoríficos en el mapa

5.- Al presionar el botón *Ver en el mapa*, se lanzará la cuarta y última pantalla en la que se visualizará la localización del dispositivo a través de las coordenadas GPS (Ver Figura H.7b).

GRAFANA WEB SERVICE

El ingreso al Grafana se hará mediante un navegador Web digitando el puerto y la dirección IP del ordenador.

1.-El puerto de trabajo de Grafana es el 3000, por lo que en el navegador web se deberá digitar: IPordenador:3000.



Grafana solicitará el usuario y contraseña para poder visualizar los datos.

NOTA: La dirección IP puede ser establecida como estática y guardar la dirección web en los marcadores para evitar escribir la IP y puerto cada momento que se requiera ingresar a Grafana.

2.- Grafana presentará los valores de temperatura, humedad y peso en el formato mostrado en la Figura. La interfaz de Grafana se muestra en la Figura.

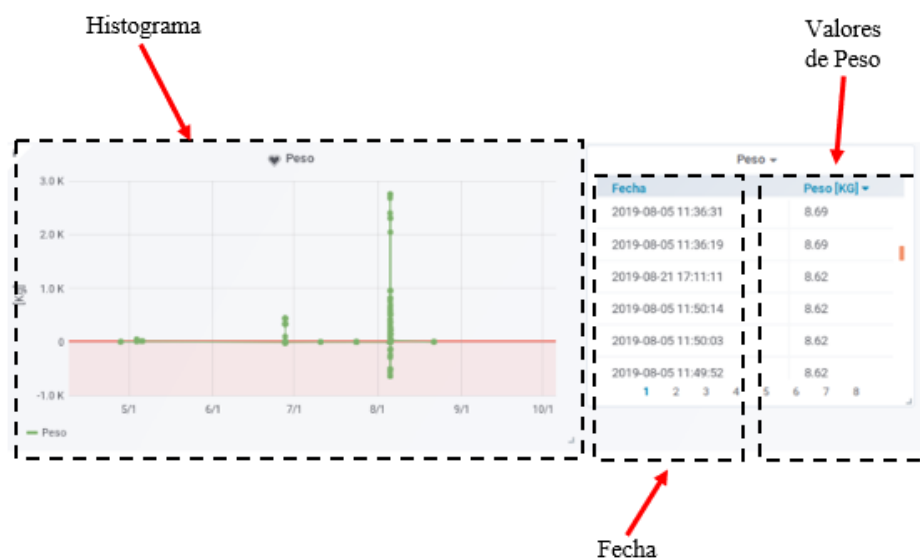


Figura H.8.- Formato de presentación de valores de temperatura, humedad y peso.

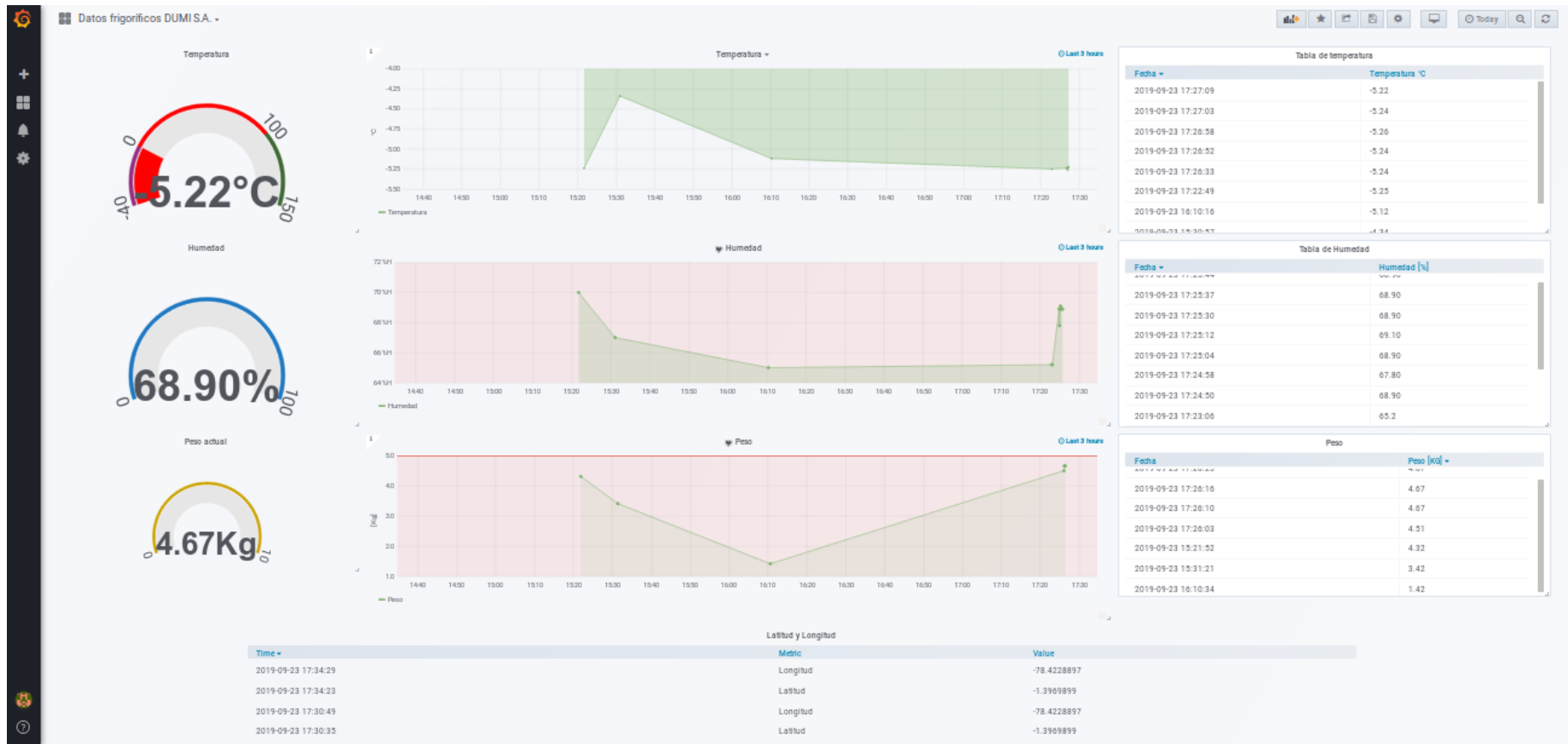


Figura H.9.- Visualización de datos de temperatura, humedad y peso a través de Grafana Dashboard

ANEXO I

Algoritmo de programación para el dispositivo ESP32S

```
/******LIBRERÍAS******/
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
//DHT22
#include <DHT.h>
#define DHTTYPE DHT22
//HX711
#include <HX711_ADC.h>
//GPS
#include "TinyGPS++.h"
#include "HardwareSerial.h"
/******CONECTARSE A LA RED WIFI******/
//const char* ssid = "ssid";
//const char* password = "password";
const char* mqttServer = "m15.cloudmqtt.com";
const int mqttPort = 18399;
const char* mqttUser = "-----";
const char* mqttPassword = "-----";

/******CONFIGURACIONESGLOBALES******/
//DHT22
const int DHTPin= 33; // puerto de ESP32 al que conecto los datos del DHT
DHT dht(DHTPin, DHTTYPE); //Puerto y tipo de sensor

float temperatura = 0;
float humedad = 0;

//HX711
HX711_ADC LoadCell(25, 26); // LoadCell(Dout,CLK)
```

```

long t;
float i = 0;

//GPS
TinyGPSPlus gps;
HardwareSerial MySerial(1);
float latitud = 0;
float longitud = 0;

//SERVIDOR MQTT
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
/*****/

void setup() {

/*****CONEXIÓN MQTT SERVER*****/

//Abro una conexión serial para poder mostrar los resultados del programa
Serial.begin(9600);
dht.begin (); //Inicializo el sensor DHT

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

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
delay(500);
Serial.println("Conectando inalámbrica...");
}
Serial.println("Conectado a la red WiFi");

//Conexión a mqtt server

```

```

client.setServer(mqttServer, mqttPort);

while (!client.connected())
{
  Serial.println ("Conectando a MQTT...");

  if (client.connect ("ESP32Client", mqttUser, mqttPassword))
  {
    Serial.println("Conectado");
  }

  else
  {
    Serial.print("Conexión fallida");
    Serial.print(client.state());
    delay(2000);
  }
}

/*****FINMQTT*****/

//HX711
Serial.begin(9600); //Estaba con 9600 115200
Serial.println("Wait...");
LoadCell.begin();
long stabilisingtime = 6000; //
LoadCell.start(stabilisingtime);
LoadCell.setCalFactor(239.40);
Serial.println("Startup + tara completa");

//GPS
Serial.begin(9600);
MySerial.begin(9600, SERIAL_8N1, 34, 35); //RX,TX

```

```

}

void loop() {

/*****DHT22 PARÁMETROS*****/

char almadato [50];

temperatura = dht.readTemperature();

sprintf (almadato, "%.2f", temperatura);

char hum [50];

humedad= dht.readHumidity();

sprintf (hum, "%.2f", humedad);

delay (5000);

//DHT22 Publicar en un tópico

client.publish ("temperatura", almadato);

client.publish ("humedad", hum);

delay (5000);

/*****HX711*****/

LoadCell.update();

if (millis() > t + 250) {

i = LoadCell.getData();

Serial.print("Load_cell output val: ");

Serial.println(i* 0.001);

t = millis();

}

//recibir desde el terminal serial

if (Serial.available() > 0) {

float i;

char inByte = Serial.read();

if (inByte == 't') LoadCell.tareNoDelay();

}

```

```

//Chequeo si el tarado anterior ha sido completado
if (LoadCell.getTareStatus() == true) {
    Serial.println("Tare complete");
}
char peso [50];
sprintf (peso,"%0.2f", i);
//Publico en un t3pico
client.publish ("Peso[Kg]:", peso); //publico en el t3pico Peso[Kg] de MQTT

/*****GPS*****/

Serial.print("Latitude : ");
Serial.println(gps.location.lat(), 5);
Serial.print("Longitude : ");
Serial.println(gps.location.lng(), 5);
Serial.print("Satellites: ");
Serial.println(gps.satellites.value());
Serial.print("Altitude : ");
Serial.print(gps.altitude.feet() / 3.2808);
Serial.println("M");
Serial.print("Time   :");
Serial.print(gps.time.hour());
Serial.print(":");
Serial.print(gps.time.minute());
Serial.print(":");
Serial.println(gps.time.second());
Serial.println("*****");
smartDelay(1000);

if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
    Serial.println(F("No GPS data received: check wiring"));
}

```



```

static void smartDelay(unsigned long ms)
{
  unsigned long start = millis();
  do
  {
    while (MySerial.available())
      gps.encode(MySerial.read());
  } while (millis() - start < ms);

  char lati[50];
  latitud = gps.location.lat(),5;
  sprintf(lati, "%f", latitud);
  client.publish("latitud",lati); //Publico en un t3pico

  char longi [50];
  longitud = gps.location.lng(),5;
  sprintf (longi, "%f", longitud);
  client.publish("longitud",longi); //Publico en un t3pico

  /******DHT22 para el Puerto serial*****
  //DHT22 IMPRESIONES
  //float humedad= dht.readHumidity();
  Serial.println("La humedad es:");
  Serial.println(humedad);
  Serial.println ("Temperatura:");
  Serial.println (temperatura);
  client.loop();

}

```

ANEXO J

Algoritmo de programación para el Activity Login

```
public class LoginActivity extends AppCompatActivity {
    public EditText tuser;
    public EditText tpass;
    public Button btlogin;
    public RadioButton Nsesion;
    public Boolean botonactivado;
    private static final String llave_preferences = "soylallave";
    private static final String preferences_estate_button =
"soylestadodelbotondesesion";
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_log);
        //Intent saltar1 = new Intent(LoginActivity.this, Main2Activity.class);
        //startActivity(saltar1);
        //para que no se active este activity al retroceder del de los datos
        if(resultadoestadnnesion()){
            Intent saltactivity2 = new
Intent(LoginActivity.this, Main2Activity.class);
            startActivity(saltactivity2);
            finish();
        }
        //Instancias
        tuser = (EditText)findViewById(R.id.tuser);
        tpass = (EditText)findViewById(R.id.tpass);
        btlogin = (Button)findViewById(R.id.btlogin);
        Nsesion = (RadioButton) findViewById(R.id.Nsesion);

//métodos OnclickListener
//no cerrar sesión
        botonactivado = Nsesion.isChecked(); //DEACTIVADO
        Nsesion.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                if(botonactivado){
                    Nsesion.setChecked(false);
                }
                botonactivado = Nsesion.isChecked();
            }
        });
// LOGIN
        btlogin.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                String username = tuser.getText().toString();
                String password = tpass.getText().toString();
                if(username.equalsIgnoreCase("-----") &&
password.equals("-----")){
                    guardarestadoradiobutton();
                }
            }
        });
    }
}
```

```

        Intent saltactivity2 = new
Intent(LogActivity.this,Main2Activity.class);
        startActivity(saltactivity2);
        Toast.makeText(LogActivity.this,"Acceso
autorizado. ¡Bienvenida,Andre!",Toast.LENGTH_LONG).show();
        finish();
    } else {
        Toast.makeText(LogActivity.this,"Acceso
denegado. Vuelva a intentarlo.", Toast.LENGTH_LONG).show();
        //Toast.makeText(LogActivity.this, "Estado del
button: false",Toast.LENGTH_LONG).show();
    }
    });
}
//Cerrar sesión
public static void cambiarestadoboton(Context c,boolean b){
    SharedPreferences preferences =
c.getSharedPreferences(llave_preferences,MODE_PRIVATE);
preferences.edit().putBoolean(preferencias_estate_button,b).apply();
}
//este es para el RadioButton Nsesión
public void guardarestadoradiobutton(){
    SharedPreferences preferences =
getSharedPreferences(llave_preferences,MODE_PRIVATE);
preferences.edit().putBoolean(preferencias_estate_button,Nsesion.isChecked
()).apply();
}
public boolean resultadoestadnsesion(){
    SharedPreferences preferences =
getSharedPreferences(llave_preferences,MODE_PRIVATE);
return preferences.getBoolean(preferencias_estate_button,false);
}
}

```

ANEXO K

Algoritmo de programación para el Activity Principal

```
public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    private PendingIntent pendingIntent;
    TextView here1;
    TextView here2;
    //TextView here2;
    TextView ubi; // Para la localización_ Variable Global
    //PARA LAS ALERTAS
    public String grados = String.valueOf(-2);
    public String kilos = String.valueOf(2.5);
    //Notificaciones
    public static String CHANNEL_ID = "temperatura";
    public static int NOTIFICATION_ID= 0;
    public static String CHANNEL_PESO= "Peso[Kg]:";
    public static int NOTIFICATION_PESO = 1;
    //Cerrar sesión
    public Button salir;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);
        connect();
        //Botón cerrar sesión
        salir = (Button)findViewById(R.id.salir);
        salir.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                LogActivity.cambiarestadoboton(MainActivity.this,false);
                finish();
            }
        });
    }

    /*****Método para conectarse el servidor MQTT*****/
    public void connect(){
        String clientId = MqttClient.generateClientId();
        final MqttAndroidClient client =
            new MqttAndroidClient(this.getApplicationContext(),
                "tcp://m15.cloudmqtt.com:18399",
                clientId);
        MqttConnectOptions options = new MqttConnectOptions();
        options.setMqttVersion(MqttConnectOptions.MQTT_VERSION_3_1);
        options.setCleanSession(false);
        options.setUsername("-----");
        options.setPassword("-----".toCharArray());
        try {
            IMqttToken token = client.connect(options);
            //IMqttToken token = client.connect();
            token.setActionCallback(new IMqttActionListener() {
```

```

@Override
public void onSuccess(IMqttToken asyncActionToken) {
    // We are connected
    Log.d("file", "onSuccess");
    //publish(client,"payloadd");
    // Suscribirse a un t3pico
    subscribe(client,"temperatura");
    subscribe(client,"humedad");
    subscribe(client, "latitud");
    subscribe (client,"longitud");
    subscribe(client, "Peso[Kg]:");
    client.setCallback(new MqttCallback() {
        // tt es la variable asociada a la temperatura, el
        // textView en donde muestro los datos
        TextView tt = (TextView) findViewById(R.id.tt);
        //th es la variable asociada a humedad, el TextView
        // en donde muestro los datos
        TextView th = (TextView) findViewById(R.id.th);
        TextView lati = (TextView) findViewById(R.id.lati);
        TextView longi =
        (TextView)findViewById(R.id.longi);
        TextView peso = (TextView)
        findViewById(R.id.peso);
    }
    //<uses-library android:name="com.google.android.maps" />
    @Override
    public void connectionLost(Throwable cause) {
    }
    @Override
    public void messageArrived(String topic, final
    MqttMessage message) throws Exception {
        Log.d("file", message.toString());
        if (topic.equals("temperatura")){
            tt.setText(message.toString());
            final String s = tt.getText().toString();
            if(s.equals("grados")){
                NotificationCompat.Builder builder =
                new NotificationCompat.Builder(getApplicationContext(),CHANNEL_ID);
                builder.setSmallIcon(R.drawable.ic_warning_black_24dp);
                builder.setTitle("Baños:
                iProducto en riesgo!");
                builder.setContentText("La
                temperatura del frigorífico es: "+s+"°C");
                builder.setColor(Color.RED);
                builder.setPriority(NotificationCompat.PRIORITY_HIGH);
                builder.setLights(Color.BLUE,
                1000,1000);
                builder.setVibrate(new
                long[]{1000,1000,1000,1000,1000});
                builder.setDefaults(Notification.DEFAULT_SOUND);
                NotificationManagerCompat
                notificationManagerCompat =
                NotificationManagerCompat.from(getApplicationContext());
            }
        }
    }
}

```

```

notificationManagerCompat.notify(NOTIFICATION_ID,builder.build());
    }
}
if (topic.equals("humedad")){
    th.setText(message.toString());
}
if(topic.equals("latitud")){
    lati.setText(message.toString());
}
if(topic.equals("longitud")){
    longi.setText(message.toString());
}
//Envío de datos al activity MapsActivity
if(topic.equals("latitud")){
    lati.setText(message.toString());
    ubi= (TextView) findViewById(R.id.ubi);
    ubi.setOnClickListener(new
View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        Intent j= new
Intent(MainActivity.this,MapsActivity.class);
        j.putExtra("lat",lati.getText().toString());
        longi.getText().toString());
        j.putExtra("lon",
        startActivity(j);
    }
});
}
if (topic.equals ("Peso[Kg]:")){
    peso.setText(message.toString());
    final String p = peso.getText().toString();
    if(p.equals(kilos)){
        NotificationCompat.Builder builder =
new NotificationCompat.Builder(getApplicationContext(),CHANNEL_PESO);
        builder.setSmallIcon(R.drawable.ic_warning_black_24dp);
        builder.setTitle("Baños:Cantidad de helados a la mitad");
        builder.setContentText("Cantidad aproximada: "+25 + " - "+"Helados de Piña-Queso");
        builder.setColor(Color.RED);

        builder.setPriority(NotificationCompat.PRIORITY_HIGH);
        builder.setLights(Color.BLUE,
1000,1000);
        builder.setVibrate(new
long[]{1000,1000,1000,1000,1000});
        builder.setDefaults(Notification.DEFAULT_SOUND);
        NotificationManagerCompat
notificationManagerCompat =
NotificationManagerCompat.from(getApplicationContext());

```

```

notificationManagerCompat.notify(NOTIFICATION_PESO,builder.build());
    }
    }
    }
    @Override
    public void deliveryComplete(IMqttDeliveryToken
token) {
    }
    });
    }
    @Override
    public void onFailure(IMqttToken asyncActionToken,
Throwable exception) {
        // Something went wrong e.g. connection timeout or
        // firewall problems
        Log.d("file", "onFailure");
    }
    });
    } catch (MqttException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
/**Método para publicar mensajes***/
public void publish(MqttAndroidClient client, String payload){
    String topic = "foo/bar";
    byte[] encodedPayload = new byte[0];
    try {
        encodedPayload = payload.getBytes("UTF-8");
        MqttMessage message = new MqttMessage(encodedPayload);
        client.publish(topic, message);
    } catch (UnsupportedEncodingException | MqttException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
/**Método para suscribirse***/
public void subscribe(MqttAndroidClient client , String topic){
    int qos = 1;
    try {
        IMqttToken subToken = client.subscribe(topic, qos);
        subToken.setActionCallback(new IMqttActionListener() {
            @Override
            public void onSuccess(IMqttToken asyncActionToken) {
                // The message was published
            }
            @Override
            public void onFailure(IMqttToken asyncActionToken,
                Throwable exception) {
            }
        });
    } catch (MqttException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}

```

ANEXO L

Algoritmo de programación para el Activity Mapas

```
public class MapsActivity extends FragmentActivity implements
OnMapReadyCallback {
    private GoogleMap mMap;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_maps);
        // Obtain the SupportMapFragment and get notified when the map is
        ready to be used.
        SupportMapFragment mapFragment = (SupportMapFragment)
        getSupportFragmentManager()
            .findFragmentById(R.id.map);
        mapFragment.getMapAsync(this);
    }

    @Override
    public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
        mMap = googleMap;
        mMap.setMapType(GoogleMap.MAP_TYPE_HYBRID);
        UiSettings uiSettings = mMap.getUiSettings();
        uiSettings.setZoomControlsEnabled(true);
        //*****Para los datos que llegan de MQTTBroker*****
        Bundle extras = getIntent().getExtras();
        Bundle extras1 = getIntent().getExtras();
        assert extras != null;
        String dob1 = extras.getString("lat");
        assert extras1 != null;
        String dob2 = extras.getString("lon");
        Double dob11 = Double.parseDouble(dob1); //latitud
        Double dob22 = Double.parseDouble(dob2); //longitud

        //*****
        //Método Bundle para recibir los datos desde otro activity
        //Conversión de datos a double
        Bundle extras2 = getIntent().getExtras();
        Bundle extras3 = getIntent().getExtras();
        assert extras2 != null;
        Double Ex2 = extras.getDouble("newLat");
        assert extras3 != null;
        Double Ex3 = extras.getDouble("newLon");

        //Ubicación en el Mapa
        LatLng f1 = new LatLng(dob11, dob22);
        mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(f1).title("Usted está
aquí").icon(BitmapDescriptorFactory.defaultMarker(BitmapDescriptorFactory.HU
E_CYAN))).showInfoWindow();
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(f1));
        //float zoomlevel=2;

        //mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLngZoom(f1, zoomlevel));
        //LatLng sidney = new LatLng(-0.225219, -78.52480);
        LatLng Ita = new LatLng(-0.9352100, -78.6155400);
    }
}
```



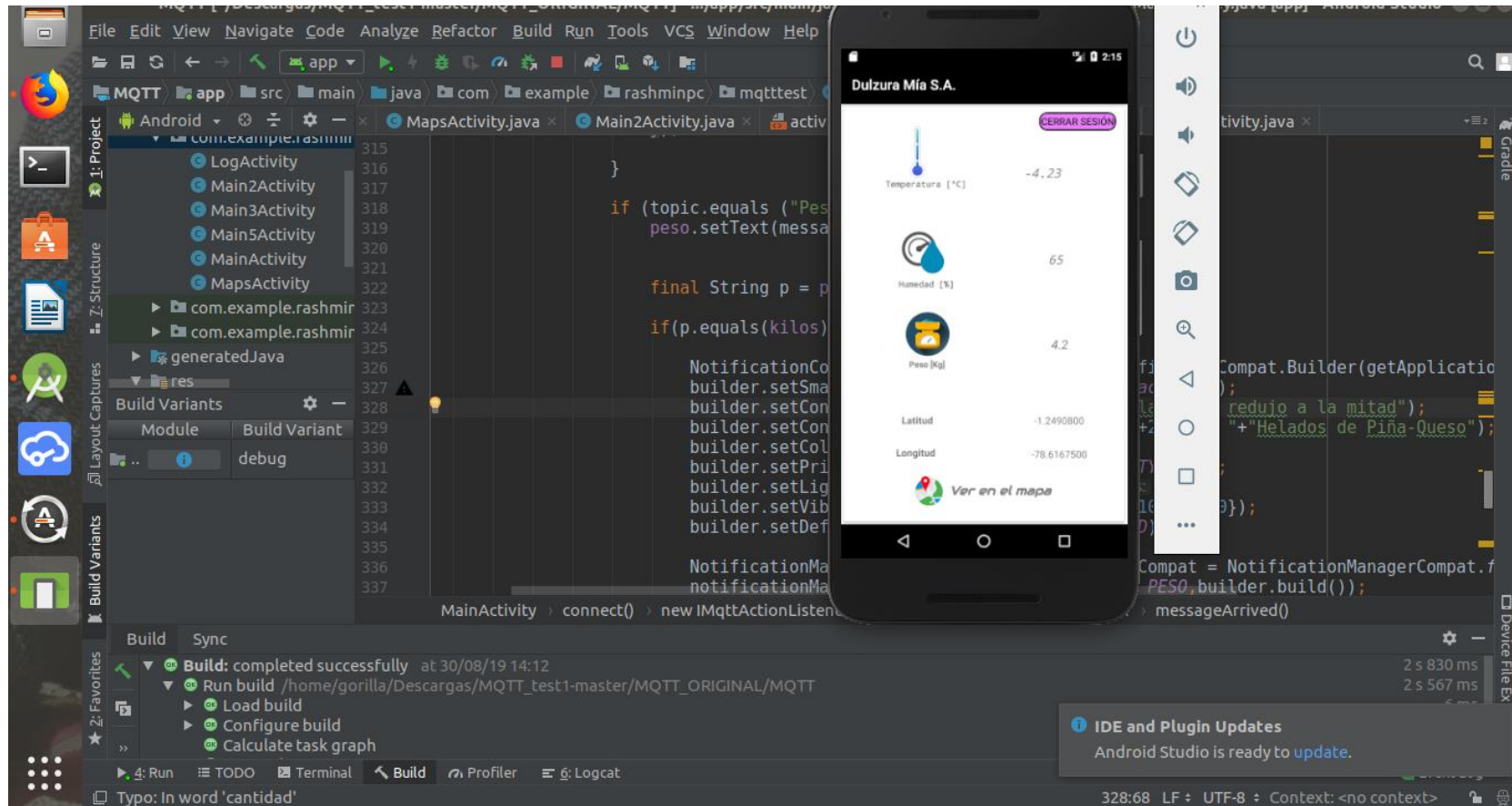
```

        mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(lta).title("Frigorífico
Latacunga").icon(BitmapDescriptorFactory.defaultMarker(BitmapDescriptorFact
ory.HUE_ROSE)));
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(lta));
        LatLng rio = new LatLng(-1.6709800,-78.6471200);
        mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(rio).title("Frigorífico
Riobamba").icon(BitmapDescriptorFactory.defaultMarker(BitmapDescriptorFacto
ry.HUE_MAGENTA)));
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(rio));
        LatLng puyo = new LatLng(-1.4836900,-78.0025700);
        mMap.addMarker(new
MarkerOptions().position(puyo).title("Frigorífico
Puyo").icon(BitmapDescriptorFactory.defaultMarker(BitmapDescriptorFactory.HU
E_AZURE)));
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(puyo));
        LatLng quito = new LatLng(-0.2298500,-78.5249500);
        mMap.addMarker(new
MarkerOptions().position(quito).title("Frigorífico
Quito").icon(BitmapDescriptorFactory.defaultMarker(BitmapDescriptorFactory.H
UE_GREEN)));
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(quito));
        LatLng ba = new LatLng(-1.3969899,-78.4228897);
        mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(ba).title("Frigorífico
Baños").icon(BitmapDescriptorFactory.defaultMarker(BitmapDescriptorFactory.H
UE_YELLOW)));
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(ba));
    }
}

```

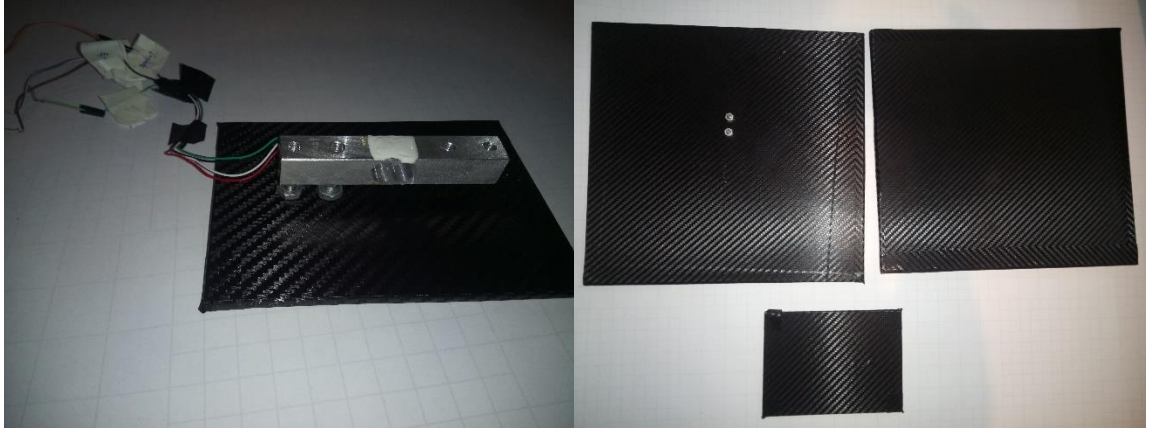
ANEXO M

Pruebas de funcionamiento de la APP usando el simulador de Android Studio



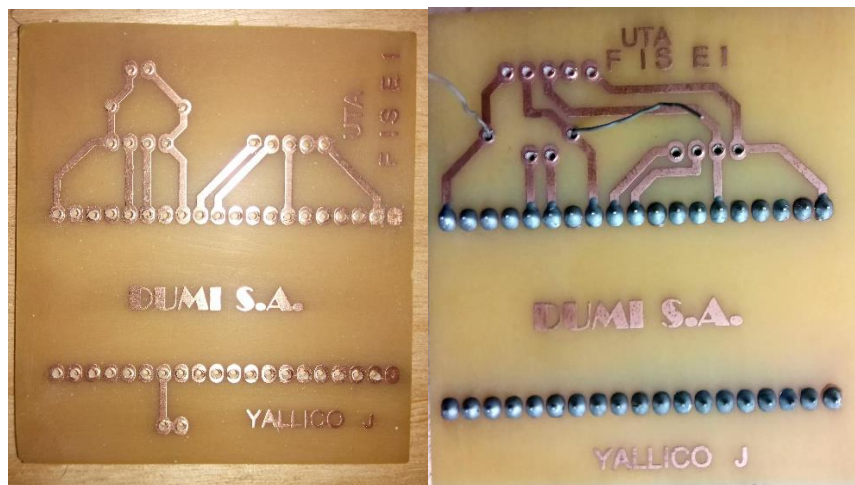
ANEXO N

Elaboración de la estructura interna



ANEXO O

Placa electrónica



ANEXO P

Instalación del prototipo



ANEXO Q

Prototipo Ensamblado



ANEXO R

Entrevista a la Empresa DUMI S.A.

Fecha: 08 de Diciembre de 2018

Nombre del entrevistado: Ing. Andrea Heredia Velasteguí

Empresa: DUMI S.A.

Entrevistador: Sr. Jefferson Yallico Tapia

OBJETIVO:

Conocer las actividades que se realizan para la producción del helado en la empresa DUMI S.A de la ciudad de Ambato con el propósito de obtener información clave para el desarrollo del proyecto de titulación "Sistema de Geolocalización y Monitoreo de Frigoríficos en la Heladería DUMI S.A. de la Ciudad de Ambato."

1. ¿En qué año se fundó la empresa DUMI S.A.?

DUMI se inicia en el año 2013 con la elaboración de helados en base a postres congelados.

2. ¿Qué sabores se ofrecían en los inicios de DUMI?

Los sabores que más destacaban en ese entonces eran: tres leches, tiramisú, piña queso, piña y durazno. Luego de unos años y de acuerdo a la demanda del cliente se crean nuevos sabores como manicho, michelada, mango con sal y cerveza.

3. ¿Cuál fue la producción semanal de helados en los años de inicio y cuál es la producción actual?

DUMI inicia con la producción de 80 helados semanales y ya para el 2018 se incrementó a 3000 helados; todo esto debido a la demanda por parte de los consumidores.

4. ¿Cuáles son los procedimientos necesarios para la transformación de materia prima en producto final?

En este punto intervienen varios procesos. El primero de ellos es la recepción de materia prima, aquí se reciben los implementos para la realización del helado: fruta, cremas, vasos y paletas y dura aproximadamente 20 minutos. El segundo punto es la refrigeración de las cremas, luego de la recepción de este producto, hay que refrigerarlo por un tiempo mínimo de 24 horas para evitar que se dañen. El tercer procedimiento es el batido de las cremas para obtener la consistencia deseada, tiene una duración de 5min. Luego, pasamos al Mezclado y Homogenizado en el que se mezcla la crema con la fruta y la esencia de yogurt, también dura 5 min. Como paso siguiente está el marmoleado, que consta de untar la mermelada en el contorno de los vasos (al interior), tiene una duración de 15 minutos. Una vez completado este paso, se procede al envasado que consta de verter el producto en los vasos, dura 30 min

aproximadamente. Después, se debe congelar el producto por un mínimo de 2 horas. Una vez cumplido este paso, se procede al almacenamiento en los congeladores; organizar el producto toma por lo menos 15 minutos. Al final, para la distribución depende del lugar en el que se encuentre el cliente.

5. ¿Cuáles son las normas o procedimientos para garantizar que el producto sea almacenado correctamente?

Para el almacenamiento del producto se deben cumplir varias condiciones establecidas por nuestra empresa. Primero, se verifica que el producto esté bien congelado. Segundo, se comprueba que no exista derrame de contenido. En algunos casos el contenido se derrama por los costados del vaso durante el proceso de envasado. Tercero, se verifica las condiciones de las paletas y de los vasos, ya que a veces sucede que se rompe el vaso o la paleta y eso no da una buena imagen. Cuando el proceso termina, el producto se coloca en empaques con la fecha de elaboración y expiración. Luego se los almacena en los congeladores para su venta y distribución.

6. ¿Quién es el encargado de la distribución del producto?

Como gerente de la empresa, soy la encargada de entregar los productos directamente hacia cada cliente intermedio. El proceso de distribución inicia en las instalaciones de DUMI en la ciudad de Ambato.

7. ¿Cuáles son los pasos para la recepción del pedido?

Inicia con la recepción del pedido a través de una llamada telefónica (5 minutos), se obtiene los datos del cliente tales como su nombre (5 minutos), dirección, sabor y cantidad de helados que desea y se llega a un acuerdo. La mayoría de estos procesos dura de 3 a 5 minutos, se tarda más cuando el cliente es nuevo.

8. ¿Cómo se realiza el chequeo de las condiciones del producto?

Realizamos una inspección visual para asegurar que el producto no tenga derrames de contenido, paletas rotas, fundas mal selladas y falla en la impresión de fecha de elaboración y caducidad, este proceso dura 1 hora aproximadamente. En caso de que el producto presente alguna falla es sometido a un proceso de corrección y si no es posible hacerlo, este es reemplazado.

9. ¿Cuáles son los pasos para verificar las condiciones de los contenedores?

Los obreros realizan una inspección visual de las cajas de poliestireno extendido en busca de agujeros en la tapa y recipiente del contenedor, el tiempo es de 15 minutos o más, de acuerdo

a la cantidad de cajas. En caso de encontrar una falla, esta es corregida y si no se puede, se reemplaza el contenedor. Luego se colocan las baterías de solución salina de acuerdo al tiempo de viaje: 1 hora – 2 baterías, 2 horas – 4 baterías, >2 horas – 6 o más baterías, toma 10 minutos aproximadamente.

10. ¿Cómo se realiza el transporte y entrega del producto?

Se organizan el producto en los contenedores (25 minutos). Se sella el borde de los contenedores (10 minutos). Se ubican los contenedores en el transporte uno a continuación del otro (10 minutos). Se transporta el producto hacia su destino. Una vez que se llega al destino se realiza la entrega del producto y se lo organiza en cada frigorífico de acuerdo al sabor y de manera ordenada (20 minutos). Al final, se factura el costo de la entrega (de 6 a 10 minutos)

11. ¿A qué provincias distribuye su producto?

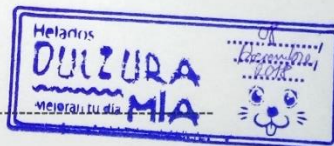
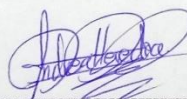
Estamos enfocados en la Zona tres del Ecuador y planeamos ampliar nuestros alcances hacia todo el territorio nacional.

12. ¿Cuál es el costo de cada frigorífico?

Cada frigorífico tiene un costo de \$550 dólares.

13. ¿Cuenta con algún tipo de dispositivo que le facilite ubicar sus equipos y producto?

No, con ninguno. Sólo contamos con los datos del cliente en caso de pérdida del equipo.



Ing. Andrea Heredia Velasteguí

RUC: 1600643298

Gerente DUMI S.A.