



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**Modelo de información para seguimiento en la distribución de productos de consumo
masivo basado en Internet de las Cosas y Dashboard**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: Raúl Alfredo Valdez Morocho

TUTOR: Joe Frand Llerena Izquierdo

Guayaquil – Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Raúl Alfredo Valdez Morocho con documento de identificación N° 0930597448 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 9 de julio del año 2024

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Raúl Valdez', with a horizontal line drawn underneath the signature.

Raúl Alfredo Valdez Morocho
0930597448

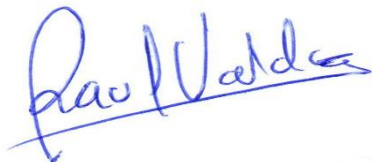
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Raúl Alfredo Valdez Morocho con documento de identificación N° 0930597448, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo Académico: “Modelo de información para seguimiento en la distribución de productos de consumo masivo basado en Internet de las Cosas y Dashboard”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 9 de julio del año 2024

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Raúl Valdez', is written over a horizontal line.

Raúl Alfredo Valdez Morocho

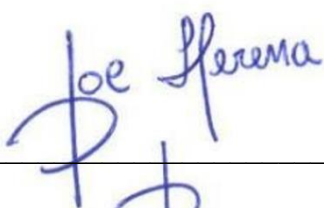
0930597448

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joe Frand Llerena Izquierdo con documento de identificación N° 0914884879, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Modelo de información para seguimiento en la distribución de productos de consumo masivo basado en Internet de las Cosas y Dashboard, realizado por Raúl Alfredo Valdez Morocho con documento de identificación N° 0930597448, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 9 de julio del año 2024

Atentamente,



Joe Frand Llerena Izquierdo

0914884879

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que todos los días me fortalece y me da salud para cumplir mis metas, a mi padres mi motor que siempre estuvieron acompañando en esta larga travesía, a mis hermanas que siempre confiaron en mí, a mi esposa mi motor, mi hijo mi inspiración de cada día y a todas las personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de esta carrera.

Raúl Alfredo Valdez Morocho

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento está dedicado a mi familia, compañeros, docentes que día a día me guiaron y me dieron todo su apoyo también agradezco a esta noble institución que me abrió sus puertas para poder culminar mi carrera, agradezco a mi tutor que me compartió grandes conocimientos y su apoyo durante todo el desarrollo del artículo.

Raúl Alfredo Valdez Morocho

RESUMEN

Es relevante que los sistemas de seguimiento mantengan una infraestructura o modelo común y realicen el intercambio de información para generar valor a los productos de consumo masivo. Se requieren mejores formas de distribuir los recursos alimentarios siendo competitivos y eficientes, es importante reducir la pérdida de alimentos, minimizar el desperdicio, cuidar los alimentos, minimizar el desperdicio de alimentos aumenta el consumo de alimentos. No todos los conceptos se pueden aplicar o utilizar, se tomaron los componentes adecuados a nuestro modelo y próximos a nuestra realidad. El objetivo general de esta investigación es diseñar un modelo de seguimiento para procesos en la distribución de productos de consumo masivo mediante el uso de IoT y Dashboard para inventarios. En la metodología se utilizó la revisión sistemática de la literatura, la observación, la investigación empírico-analítico, se adoptan elementos de los artículos científicos, el enfoque cualitativo, el enfoque cuantitativo y análisis mediante técnicas estadísticas. Se concluye que los modelos en seguimiento de productos encontrados en los artículos científicos contribuyeron a conocer el entorno IoT, nuestra propuesta de modelo de seguimiento está formado de 4 capas y 5 indicadores que miden la eficiencia de distribución de los productos de consumo masivo, y en la evaluación del modelo de seguimiento SI cumple con el criterio de factibilidad, es decir nuestra propuesta de modelo cumple con el 36% de las características para tomar decisiones informadas.

Palabras claves: Internet de las Cosas, Tablero, Inteligencia de Negocios, Distribución de productos

ABSTRACT

It is relevant that monitoring systems maintain a common infrastructure or model and exchange information to generate value for mass consumption products. Better ways of distributing food resources are required being competitive and efficient, it is important to reduce food loss, minimize waste, take care of food, minimize food waste increases food consumption. Not all concepts can be applied or used, the appropriate components were taken to our model and close to our reality. The general objective of this research is to design a tracking model for processes in the distribution of mass consumption products through the use of IoT and Dashboard for inventories. The methodology used the systematic review of the literature, observation, empirical-analytical research, elements of scientific articles, qualitative approach, quantitative approach and analysis through statistical techniques. It is concluded that the models in monitoring of products found in the scientific articles contributed to know the IoT environment, our proposal of monitoring model is formed of 4 layers and 5 indicators that measure the efficiency of distribution of mass consumption products, and in the evaluation of the monitoring model IF it meets the feasibility criterion, that is, our model proposal meets 36% of the characteristics to make informed decisions.

Key words: Internet of Things, Dashboard, Business Intelligence, Product Distribution.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1. Internet de las Cosas (IoT)	13
2.2. Dashboard.....	13
2.3. Business Intelligence BI.....	14
2.4. Distribución de productos basado en IoT.....	14
3. METODOLOGÍA	16
4. RESULTADOS	18
4.1. Identificación de modelos de seguimiento en la distribución de productos de consumo masivo combinando IoT y tecnologías de Dashboard mediante una revisión de literatura.	18
4.2. Desarrollo de un modelo de seguimiento para procesos en la distribución de productos de consumo masivo mediante el uso de IoT y Dashboard para inventarios con tecnología Business Intelligence.....	22
4.3. Evaluación del modelo de seguimiento propuesto para determinar la factibilidad mediante un análisis comparativo contrastado con trabajos relevantes relacionados.....	28
5. DISCUSIÓN.....	31
6. CONCLUSIÓN	32
REFERENCIAS	33

1. INTRODUCCIÓN

La cadena de valor alimentaria tiene desafíos como el cambio climático, desgaste de tierras productivas, crecimiento de la población y la distribución de alimentos, en cualquiera de estos escenarios se utilizan recursos que se reutilizan y otros que se desperdician; para el año 2050 se estima una población de 9700 millones de personas, y entre los años 2012 y 2050 el interés de alimentos aumente en 50%. Las TIC tiene tecnologías emergentes como Blockchain, Big Data, Business Intelligence (BI), Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial (AI), Cloud Computing, entre otras, para gestionar la interoperabilidad y la gestión de datos en tiempo real durante la cadena de valor alimentaria; aunque estas tecnologías realizan la captura y procesamiento de datos existen desafíos como la comunicación, la escalabilidad, la interoperabilidad, la seguridad y el procesamiento de los datos (Funchal et al., 2022; Melendrez-Caicedo & Llerena-Izquierdo, 2022).

Cualquier proceso de trazabilidad de alimentos manifiesta ineficiencia en el flujo de datos o en la empresa o entre las empresas durante la cadena de suministro; un punto fuerte de soluciones IoT es obtener los datos a través del seguimiento de varios parámetros para verificar las etapas en la producción y distribución de alimentos o productos de consumo masivo (Suciu et al., 2021).

Hoy las comunidades les prestan mucho cuidado a los alimentos de primera necesidad o consumo masivo como aceites, frutas, lácteos, verduras y carnes; el proceso de distribución de los alimentos es importante por calidad y sanidad, para esto las bodegas y transporte son equipados de acuerdo con el tipo de producto. Existen varios factores que se consideran para el almacenamiento o transporte de los productos como la luz solar, humedad, temperatura, posicionamiento, en esto IoT tiene presencia de objetos que pueden interactuar o proporcionar datos para conocer el estado de los alimentos (Ahmadzadegan et al., 2020).

IoT tiene avances en varias áreas que mejoran la gestión de productos y datos, esta tecnología es abierta, interoperable, escalable y general, brinda beneficios como reducir los riesgos y se adopta dispositivos de seguimiento y tiene herramientas informáticas de detección; es posible entender y proponer soluciones estándares y completas que sean confiables para seguimiento de productos alimenticios (Davcev et al., 2018).

IoT se utiliza en la distribución de productos alimenticios, algunos escenarios utilizan etiquetas de precios electrónicas, microcontroladores, sensores, actuadores, radio frecuencia, software en la nube, red de comunicación, protocolos, indicadores de parámetros, entre otros. La cadena de distribución de alimentos crece y se hace compleja en cada ciudad, porque existen varios participantes y modelos comerciales (Arnaud et al., 2021).

IoT existe en el seguimiento de seguridad alimentaria y se ajusta a la logística a través de dispositivos para armar un ecosistema de seguimiento de información sobre los alimentos; IoT consta de dispositivos que pueden censar o sellar los alimentos, los productos son identificados en grandes escalas, tener propiedades precisas de reconocimiento para minimizar problemas de seguimiento de los alimentos empezando en la producción pasando por transporte y llegar a las ventas; esto minimiza la imposición de trabajo del personal operativo y optimiza la eficiencia del trabajo (Lu et al., 2019).

Se requieren mejores formas de distribuir los recursos alimentarios siendo competitivos y eficientes, es importante reducir la pérdida de alimentos, minimizar el desperdicio, cuidar los alimentos, minimizar el desperdicio de alimentos aumenta el consumo de alimentos. La mejora en la distribución de alimentos genera ahorros para las organizaciones, puntos de distribución y consumidores, además disminuye el impacto ambiental (Funchal et al., 2022)..

No solo se trata de interoperabilidad, además se requieren plataformas digitales para el almacenamiento y procesamiento de los datos obtenidos de diferentes fuentes, la información sirve para realizar seguimiento, diagnóstico, predicción y optimización de la distribución; las plataformas que capturan datos contienen dispositivos heterogéneos durante la cadena de distribución, por esto es necesario integrar los datos para analizarlos y tomar decisiones a tiempo.

De acuerdo a (Kalaifarasi et al., 2022), a nivel mundial existen tres temas principales: seguridad del agua, seguridad humana y seguridad alimentaria; esta investigación trata sobre una pequeña parte de la seguridad alimentaria.

Esta investigación se basa en los conceptos de red de sensores-actuadores, uso de radio frecuencia, GPS, GPRS, comunicaciones inalámbricas, monitoreo inteligente, indicadores de seguimiento, dashboard e inteligencia de negocios. No todos los conceptos se pueden aplicar o utilizar, se toman los componentes adecuados a nuestro modelo y próximos a nuestra realidad.

El objetivo general de esta investigación es: Diseñar un modelo de seguimiento para procesos en la distribución de productos de consumo masivo mediante el uso de IoT y Dashboard para inventarios.

Los objetivos específicos son:

- Identificar modelos de seguimiento en la distribución de productos de consumo masivo combinando IoT y tecnologías de Dashboard mediante una revisión de literatura.
- Desarrollar un modelo de seguimiento para procesos en la distribución de productos de consumo masivo mediante el uso de IoT y Dashboard para inventarios con tecnología Business Intelligence.
- Evaluar el modelo de seguimiento propuesto para determinar la factibilidad mediante un análisis comparativo contrastado con trabajos relevantes relacionados

Este documento trata sobre el diseño basado en IoT y Dashboard para seguimiento de productos o alimentos de consumo masivo durante el proceso de distribución. IoT se usa para capturar los datos durante la distribución o movimientos de los productos, Dashboard se usa para presentación de información, y Business Intelligence se usa para definir el datamart e indicadores del negocio. Este documento se divide en: la sección II que analiza conceptos útiles en la investigación y casos de usar IoT en seguimiento de productos, la sección III presenta la metodología utilizada durante el desarrollo de la investigación, la sección IV presenta los resultados de acuerdo con los objetivos planteados, la sección V presenta la discusión, y finalmente se presentan las conclusiones de la investigación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Internet de las Cosas (IoT)

Internet de las Cosas se utiliza en varias áreas o dominios a nivel global, el concepto IoT es cada vez más amplio, hoy en día IoT incluye otras utilidades como el suministro de redes inteligentes, banca, transporte, alimentos, agricultura, los recursos naturales y otros. IoT dispone de dos características principales: recolectar datos desde el dispositivo y conectar el dispositivo a la nube apoyada en un servidor (Nagarkar et al., 2022).

IoT es un dominio de aplicación que se complementa de otras tecnologías como radiofrecuencia, redes inalámbricas, sensores, actuadores, teléfonos inteligentes, entre otros; también IoT se describe como un conjunto de objetos físicos interconectados; las entidades físicas pueden ser personas, animales, vehículos, ambiente, dispositivos, electrodomésticos, entre otros, y estos objetos están conectados a Internet y se tienen identificación ante la red (Abbasi et al., 2019).

IoT también se conoce como formación de sensores-software para conectar, controlar, comunicar e intercambiar datos por medio de dispositivos conectados a Internet; además en esta red se incluyen sistemas informáticos, electrodomésticos, teléfonos inteligentes que se mantienen en comunicación, además utilizan protocolos para el seguimiento, control, seguridad, renovación, posicionamiento, actualización de estados, observación de procesos, entre otros. IoT se utiliza en la salud, la educación, la industria, la agricultura, construcción, la agricultura y otros. IoT tiene 3 visiones: a) Orientado a Internet, que se orienta en la conectividad entre objetos; b) Orientado al conocimiento, que se orienta en expresar, almacenar y organizar la información, c) Orientado a las cosas, que se orienta en objetos generales (Evan et al., 2022).

2.2. Dashboard

El Dashboard es una pantalla visual que presenta la información relevante de una organización y se construye para realizar en un vistazo la situación actual o predicciones en forma sencilla para los usuarios; la información presentada puede estar agrupada en categorías, contiene gráficos, separaciones, los datos pueden ser extendidos o condensados, los datos pueden ser personalizados o generalizados de acuerdo con los objetivos de los diseñadores. Un dashboard de acuerdo con su función puede ser estratégico, analítico u operativos, además son dinámicos

y se actualizan en línea. Los usuarios informados pueden entender los datos y tomar decisiones basados en el dashboard que muestran la información (Svalina et al., 2021).

En Business Intelligence se realiza el análisis de datos y la información es entregada a personas que toman decisiones o realizan estrategias, en cambio un BI Dashboard es un visualizador que tiene componentes como “datamarts o almacén de datos, minería de datos, exploración de datos, análisis de datos, proceso ETL (Extracción-Transformación-Carga), visualización de datos, cuadros de mando, generadores de informes, lenguajes de programación y herramientas de diseño-desarrollo de dashboard” que ayudan en la evaluación de los KPI de la empresa (Muppidi et al., 2022).

2.3. Business Intelligence BI

Existe gran cantidad de datos generados por los sistemas de información y dispositivos IoT, estos datos deben gestionarse en durante la cadena de suministros o en la distribución de productos; una perspectiva es utilizar Business Intelligence que es el proceso de obtener información digital de toda la empresa y utilizarla para generar una ventaja competitiva, las aplicaciones informáticas de BI generan cálculos y medidas para un análisis que finaliza en una toma de decisiones (Martin-Rubio et al., 2018; Zerega-Prado & Llerena-Izquierdo, 2022).

Las empresas necesitan datos sobre sus procedimientos-procesos-productos para tomar decisiones informadas y continuar en la competencia contra otras empresas; el conocimiento se genera desde los datos valederos para el personal técnico o gerentes, BI es un valor agregado que presenta ideas objetivas para mejorar la toma de decisiones; es posible obtener un equilibrio basado en los datos que generan los conocimientos objetivos y subjetivos (Marchini, 2022).

2.4. Distribución de productos basado en IoT

En Vietnam se implementó IoT para seguimiento de productos en la cadena de suministro, el monitoreo es en tiempo real que minimiza la cantidad de productos dañados entre un 40%-50%; las granjas aumentaron la facturación en 12 mil dólares cada 6 meses (IPSoft, 2022).

El módulo para la trazabilidad de los alimentos contiene aplicaciones informáticas, radio frecuencia, redes privadas, bases de datos para persistencia de la información, además utilizan Blockchain para que los datos tengan otro nivel de seguridad e inmutabilidad; este seguimiento proporciona un intercambio seguro de datos, mejor monitoreo y revisión en la calidad del

producto, la red IoT obtiene los datos en tiempo real y los visualiza durante la cadena de suministro (Curto & Gaspar, 2021).

En (Ahmadzadegan et al., 2020) proponen un diseño modular para capturar la temperatura, la humedad, cerrado de puertas, un módulo de radio frecuencia y GPS; el sistema es para monitorear en línea el estado de los productos a través de sensores de temperatura y humedad que transmiten los datos respectivos; este diseño evita las pérdidas de productos, los productos tienen etiquetas electrónicas que emite los datos al sistema durante los procesos de estiba y movimiento.

El proyecto de (Miguez et al., 2019) presenta un diseño para el almacenamiento, posicionamiento y venta de productos se utiliza una pantalla de tinta electrónica que muestra un código QR, la etiqueta es bajo consumo de energía, aunque el costo es una restricción, se utiliza LoRa para el traspaso de los datos, la etiqueta permite obtener información del producto (volumen, peso, factor nutricional) y realizar la venta; la etiqueta tiene una distancia de comunicación de 50 metros.

La arquitectura IoT de (Davcev et al., 2018) es personalizada y realiza la captura-procesamiento de datos en con escalamiento y en línea, los datos son obtenidos de varios sensores y dispositivos; la red utiliza LoRaWAN para transmitir los datos y es bueno en servicios de IoT; esta red hace seguimiento de alimentos almacenados en una granja, los autores afirman que es sencilla, segura y cubre cientos de metros cuadrados, es económica en energía.

El proyecto de (Kalaierasi et al., 2022) propone un módulo Arduino que hace un control de calidad y nutrientes de la leche a través de la lectura de pH, la viscosidad, temperatura, salinidad, gas y nivel de agua; estos sensores ayudan a determinar la degradación, cantidad y olor, además los datos se cargan a la nube y se visualizan desde cualquier lugar.

El modelo de (Lu et al., 2019) utiliza etiquetas de radio frecuencia para seguimiento de alimentos en la identificación y almacenamiento de productos, además se optimiza la información de seguridad, el uso de teléfono móvil para conocer la cadena de alimentos, el modelo aumenta el nivel de la calidad, seguridad y confianza en la distribución de alimentos.

3. METODOLOGÍA

Para desarrollar el primer objetivo específico se utiliza la revisión sistemática de la literatura, que es identificar y conocer modelos de rastreo-monitoreo-seguimiento en la distribución de productos o alimentos, y que sean diseñados o desarrollados en IoT. Se utiliza la técnica de la observación para revisar los artículos científicos. La revisión de la literatura contiene 4 fases: planeación, selección, extracción y ejecución (Tapia Cortes, 2020), ver figura 1.



Figura 1. Revisión de la literatura

En la fase planeación, se definen las preguntas de investigación: ¿Cuáles son las áreas que utilizan IoT? ¿Qué protocolos utilizan los modelos IoT? ¿Qué actuadores se utilizan en los modelos IoT? ¿Qué sensores se utilizan en los modelos IoT? Se escoge las bases de datos IEEE y ACM. En la fase selección, se definen las siguientes palabras de búsqueda en idioma inglés: “IoT”, “Business Intelligence IoT”, “Internet of Things”, “Business Intelligence Internet of Things”, además para la selección se definen los criterios de inclusión y exclusión que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de inclusión-exclusión

Criterio de inclusión	Criterio de Exclusión
Artículos científicos	Libros o ensayos o resúmenes
Acceso abierto	Pago
Idioma inglés	Diferentes al idioma inglés
Desde año 2018	Artículos duplicados

Fuente: Elaboración propia.

Para desarrollar el segundo objetivo específico sobre un modelo de seguimiento para procesos en la distribución de productos de consumo masivo mediante el uso de IoT y Dashboard y Business Intelligence, se utiliza la investigación empírico-analítico para analizar la factibilidad de una solución mediante evidencias empíricas; se elige por adoptar los elementos que

presenten los artículos científicos encontrados en la revisión de la literatura; se utiliza el enfoque cualitativo para describir el modelo y sus elementos.

Para desarrollar el tercer objetivo específico que evalúa el modelo de seguimiento propuesto para determinar la factibilidad mediante un análisis comparativo contrastado con trabajos relevantes relacionados, se utiliza el enfoque cuantitativo para comparar los artículos encontrados en la revisión de la literatura, ver sus relaciones, analizar mediante técnicas estadísticas como las cantidades de artículos que presenten las cantidades de áreas, protocolos, actuadores o sensores. Con la investigación cuantitativa los resultados son más sencillos de resumir, comparar y generalizar.

4. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de acuerdo con lo planteado en los objetivos específicos.

4.1. Identificación de modelos de seguimiento en la distribución de productos de consumo masivo combinando IoT y tecnologías de Dashboard mediante una revisión de literatura.

En este primer resultado se aplicó la revisión (Tapia Cortes, 2020) con sus cuatro fases y se obtuvo 30 artículos científicos que ayudan a contestar las preguntas de investigación; la tabla 2 presenta los artículos seleccionados para el análisis de esta investigación:

Tabla 2. Revisión de literatura

País	Referencias bibliográficas
India	(Anand & Prakash, 2019), (Das et al., 2022), (Debdas et al., 2021), (Srilakshmi et al., 2021),
Irán	(Nagarkar et al., 2022), (Ahmadzadegan et al., 2020), (Abbasi et al., 2019)
IEEE	(Arnaud et al., 2021), (Kodali et al., 2020), (Caselli et al., 2021)
USA	(Fang & Stone, 2021), (Mekonnen et al., 2019)
Portugal	(Funchal et al., 2022), (Curto & Gaspar, 2021)
Uruguay	(Miguez et al., 2019), (Arnaud & Costa, 2020)
Indonesia	(Evan et al., 2022), (Widarti et al., 2020)
Costa Rica	(Hernandez-Alpizar et al., 2020)
Grecia	(Koritsoglou et al., 2022)
Latvia	(Kempelis et al., 2021)
Macedonia	(Davcev et al., 2018)
México	(Aranda et al., 2021)
Malasia	(Kuan & Lai, 2022)
Bangladesh	(Siddik et al., 2019)
Romania	(Suciu et al., 2021)
Alemania	(Krug et al., 2021)
Reino Unido	(Gan et al., 2018)
China	(Lu et al., 2019)
Sudáfrica	(IPSoft, 2022)
Total	30

Fuente: Desarrollado por autor.

Estos artículos científicos seleccionados fueron tabulados en una hoja electrónica (MS Excel) en cinco grupos: áreas de utilización (Energía, Alimentos, Agua, Agricultura), protocolos de comunicación utilizados (MQQT, LoRa, GSM, Bluetooth, Zigbee, HTTPS, GSM, QR, RFID), tipo de almacenamiento de datos (No específica, Base de Datos, Blockchain, Texto), sensores utilizados (Temperatura, Humedad, Proximidad, Vibración, Salinidad, Gas, Peso, Nivel, Luz),

y actuadores utilizados (Potencia, Pulso, Energía, Riego, No utilizan). Esta tabulación ayuda a responder las preguntas de investigación que fueron planteadas en la metodología.

¿Cuáles son las áreas que utilizan IoT? De acuerdo con el análisis de los 30 artículos: el 3% fue utilizado en energía (1); el 60% fue utilizado en entrega o distribución o seguimiento de alimentos (18); el 7% fue utilizado en seguimiento de agua (2); el 30% fue utilizado en seguimiento de alimentos desde el cultivo o cosecha (9). Cada modelo fue utilizado en un área específica, aunque de acuerdo con los autores de los modelos pueden ser utilizados en otras áreas ver figura 2.

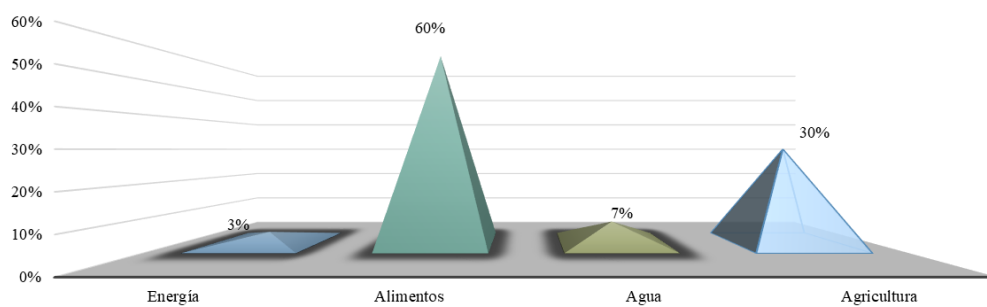


Figura 2. Áreas

¿Qué protocolos utilizan los modelos IoT? De acuerdo con el análisis de los 30 artículos que utilizaron protocolos de comunicación: el 27% utiliza MQTT (8), el 23% utiliza LoRa (7), el 17% utiliza GSM (5), el 3% utiliza Bluetooth (1), el 3% utiliza Zigbee (1), el 3% utiliza HTTPS (1), el 3% utiliza GSM (1), el 3% utiliza QR (1), el 33% utiliza RFID (10), y 13% no especifican (4). La mayoría de los modelos utiliza RFID para realizar seguimiento de los productos. Hay modelos que utilizaron varios protocolos de comunicación, por ejemplo (Abbasi et al., 2019) utiliza 4 protocolos como MQTT, LoRa, GSM y RFID; (Krug et al., 2021) utiliza 2 protocolos LoRa y Bluetooth; (Suciu et al., 2021) utiliza MQTT y RFID ver figura 3.

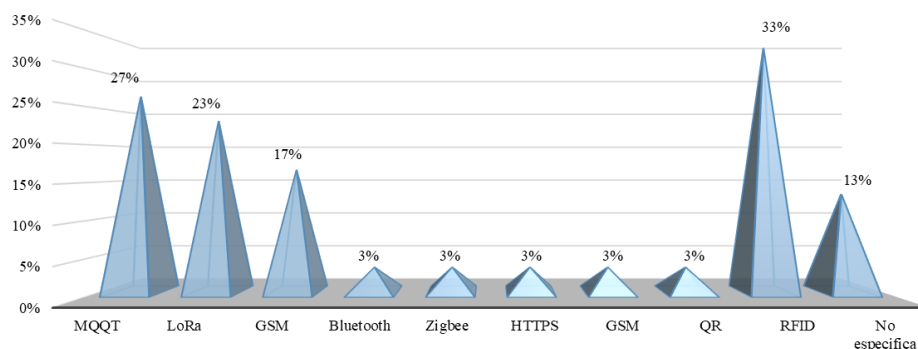


Figura 3. Protocolos de comunicación

¿Qué sensores se utilizan en los modelos IoT? De acuerdo con el análisis de los 30 artículos que utilizaron sensores para captar datos como: el 87% utiliza sensores de Temperatura (26), el 57% utiliza sensores de Humedad (17), el 17% utiliza sensores de Proximidad (5), el 3% utiliza sensores de Vibración (1), el 3% utiliza sensores de Salinidad (1), el 13% utiliza sensores de Gas (4), el 3% utiliza sensores de Peso (1), el 17% utiliza sensores de Nivel (5), el 30% utiliza sensores de Luz (9). La mayoría de los modelos captan datos de temperatura y humedad. Hay modelos que utilizaron varios sensores, por ejemplo: (Gan et al., 2018) utiliza sensores de Temperatura, Humedad, Proximidad, Vibración y Luz; (Curto & Gaspar, 2021) utiliza sensores de Temperatura, Salinidad, Gas y Nivel ver figura 4.

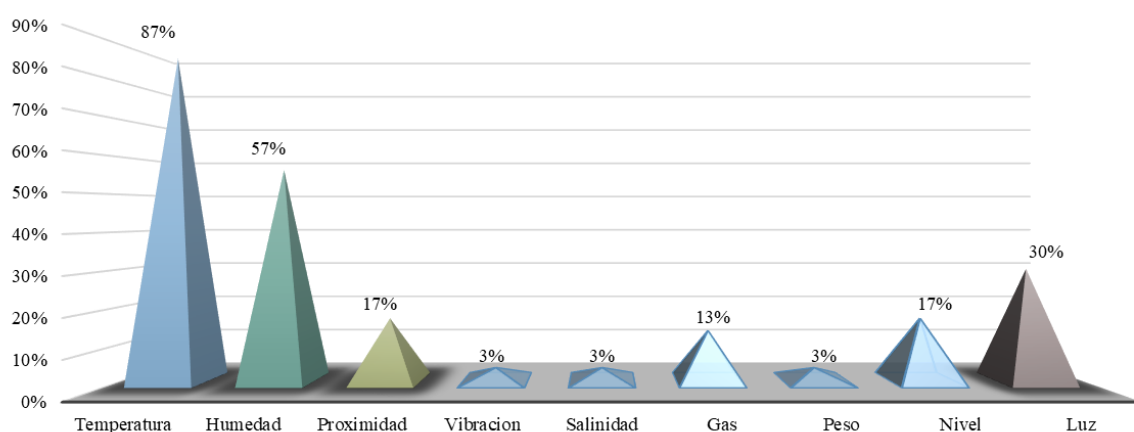


Figura 4. Sensores

¿Qué actuadores se utilizan en los modelos IoT? De acuerdo con el análisis de los 30 artículos que utilizaron actuadores para dar órdenes basados en los datos capturados como: el 3% utiliza actuadores de Potencia (1), el 7% utiliza actuadores de Pulso (2), el 13% utiliza actuadores de Energía (4), el 7% utiliza actuadores de Riego (2), el 83% no utilizan actuadores (25) solo utilizan sensores para captar datos. Los 5 artículos que utilizan actuadores, la mayoría de los modelos prenden equipos para actuar sobre los productos. Hay modelos que utilizaron varios actuadores, por ejemplo: (Gan et al., 2018) utiliza actuadores de Potencia, Pulso y Energía; (Widarti et al., 2020) utiliza actuadores de Pulso y Energía; (Mekonnen et al., 2019) utiliza actuadores de Energía y Riego ver figura 5.

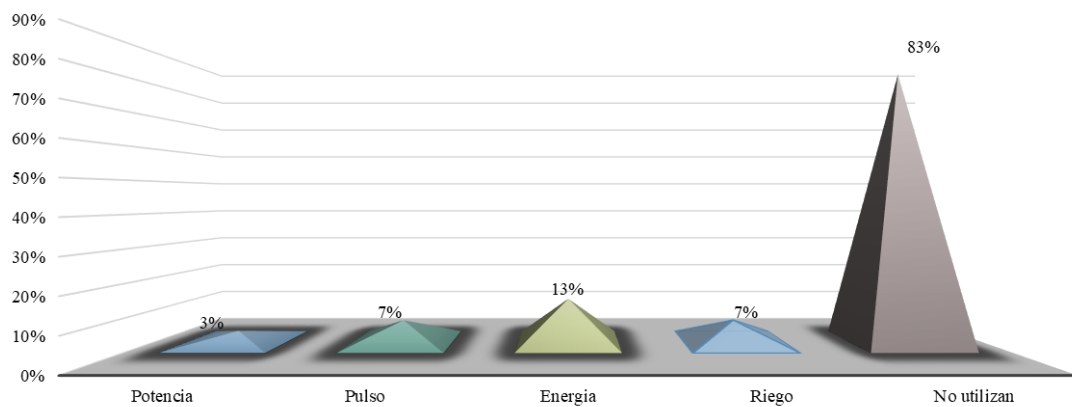


Figura 5. Actuadores

Además, en el análisis se encontró que los modelos utilizan tipos de almacenamiento de datos como: el 67% deposita los datos en Base de Datos (20), el 7% deposita los datos en Blockchain (2), el 30% los deposita en tipo Texto (9), y el 10% No especifica (3). La mayoría de los modelos utilizan bases de datos como MySQL, PostgreSQL. Hay modelos que utilizaron varios tipos de almacenamiento, por ejemplo: (Suciu et al., 2021) utiliza bases de datos y blockchain; (Das et al., 2022), (Debdas et al., 2021) y (Siddik et al., 2019) utilizan bases de datos y tipo texto ver figura 6.

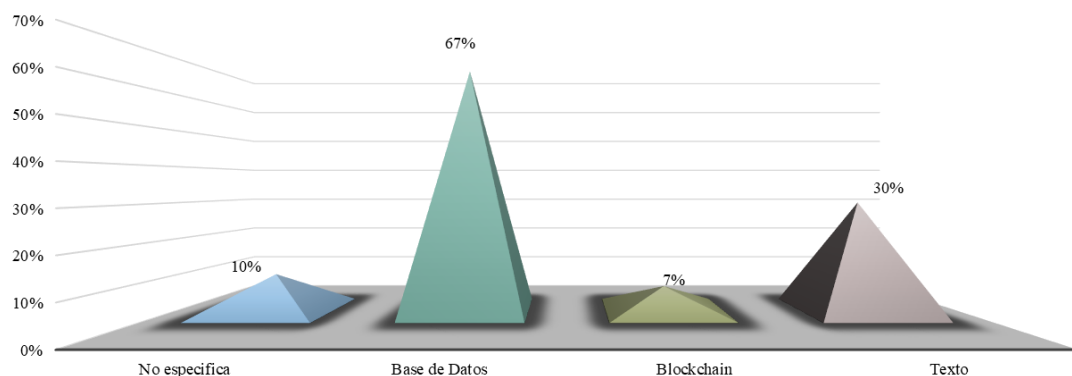


Figura 6. Almacenamiento de datos

Además, en el análisis se encontró que, entre los 30 artículos, solo 17 presentan modelos en capas y en gráficos para dar un mejor entendimiento a los investigadores o lectores; el 59% se presenta en 3 capas (10), el 35% se presenta en 4 capas (6), y el 6% se presenta en 5 capas (1). Los otros 13 artículos no presentan sus modelos, solo los describe o presenta sus componentes o presenta hardware de captura de datos ver figura 7.

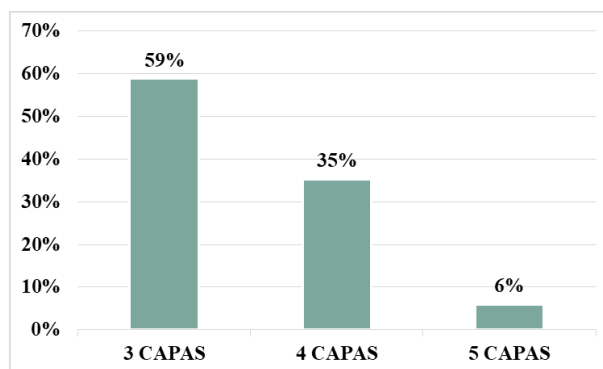


Figura 7. Modelos en capas

Como dato adicional que se encontró en los artículos, solo 15 muestran los indicadores o medidas en un dashboard, es decir el 50% utiliza dashboard de diferentes herramientas como Power BI, Tableau y R.

4.2. Desarrollo de un modelo de seguimiento para procesos en la distribución de productos de consumo masivo mediante el uso de IoT y Dashboard para inventarios con tecnología Business Intelligence.

El modelo de seguimiento está dirigido a monitoreo de alimentos o productos de consumo masivo, incluye elementos de adquisición de datos, red de comunicación, almacenamiento de datos, procesamiento de datos y acceso a datos. En una fase inicial, el modelo recolecta y toma datos de varios sensores en la plataforma IoT u otras fuentes de datos. La instancia de red está formada por dispositivos de comunicación para el transporte de los datos. El centro de datos está formado por dispositivos de almacenamiento, computadoras virtuales, y software de gestión y núcleos de procesamiento. Las aplicaciones dashboard están formadas por los indicadores que presenten el movimiento o distribución de los productos ver figura 8.

Se presenta un modelo de seguimiento en 4 capas: Objetos IoT y Fuentes de Datos, Instancia de Red, Centro de Datos y Aplicaciones Dashboard. Se describen a continuación:

Capa 1. Objetos IoT y Fuentes de datos: En esta capa del diseño se encuentran dos grupos de objetos. El primer grupo son los Objetos IoT formado por sensor de temperatura, sensor de humedad, sensor de luz, sensor de proximidad y actuador de energía; los sensores captan los datos del ambiente en las bodegas y el actuador enciende otros aparatos eléctricos como extractor de aire o alarmas. El segundo grupo son Fuentes de Datos, es decir archivos de distintos tipos de datos que sirven para la información final, como son: hoja de cálculo, documentos de texto, archivos planos, y otras bases; estos archivos están localizados en el

servidor de la empresa o servidor público y son actualizados por personal de la bodega; algunos de los archivos que personal administrativo tiene con nombres son: controles de entrada/salida, kardex de gestión, plantillas de inventario, egresos no contabilizados, ingresos no contabilizados, pedidos por despachar, pedidos completados, proveedores dentro del día, entre otros.

Capa 2. Instancia de Red: En esta capa del diseño se utiliza RFID, MQTT, microcontroladores, antena RFID, switch y router de internet.

RFID: Se basa en la identificación por ondas de radiofrecuencia que envía los datos coleccionados desde la etiqueta que está pegada al producto hacia el lector RFID o antena RFID (Abbasi et al., 2019); y en el primer resultado de este documento RFID es utilizado en 33% de las 30 referencias, ocupa el primer lugar de utilización en IoT. Se utiliza este tipo de identificación en los productos para realizar lecturas rápidas y son etiquetas muy económicas en dinero al comprar en volumen de millares.

MQQT: Un protocolo apropiado para la transferencia de datos desde o hacia dispositivos IoT es el protocolo MQTT (Kempelis et al., 2021), y en el primer resultado de este documento MQTT es utilizado en 27% de las 30 referencias, ocupa el segundo lugar de utilización en IoT. El protocolo MQTT requiere un bróker, un suscriptor y un publicador; el publicador se encuentra en el gateway IoT, el suscriptor es la aplicación web y el bróker se encuentra en el gateway IoT. Se utiliza este protocolo para asegurar la transferencia de datos desde los sensores y envío hacia el actuador.

La Antena RFID es el mediador que utiliza las etiquetas RFID y que los lectores de radio frecuencia envíen la señal, es decir reciben los datos que emiten las etiquetas al llegar la señal. El Switch es el dispositivo encargado de interconectar equipos en una red, es decir por medio del cableado forman la red de área local. El Router es el dispositivo encargado de mantener la interconexión entre las redes, en este caso conecta la red interna local con la red Internet.

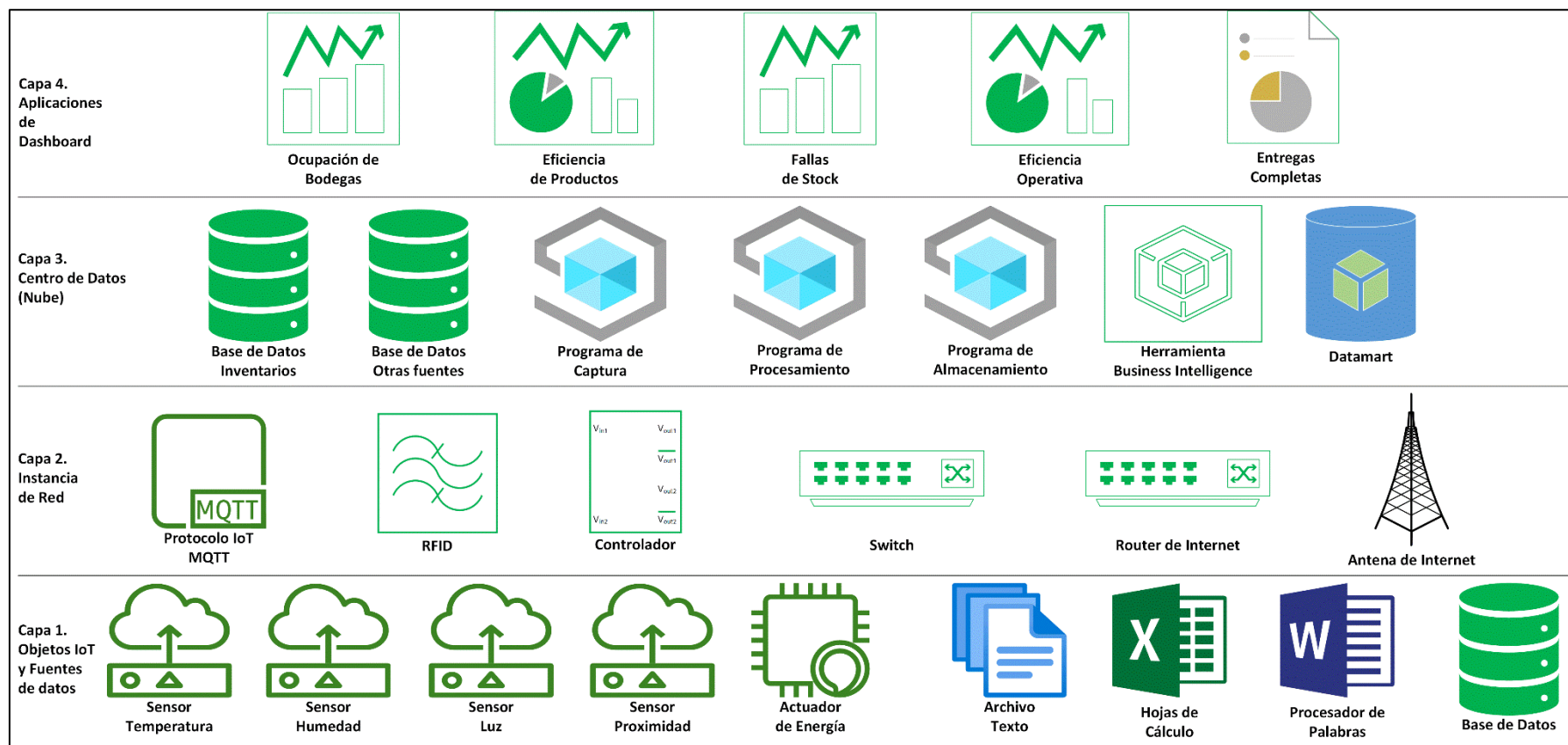


Figura 8. Modelo de seguimiento

Capa 3. Centro de Datos: Este centro debe estar localizado en la nube para aprovechar la potencia computacional y ampliarse en cualquier momento que sea necesario; la integración de la arquitectura de nube y la instancia de red son básicos para entregar un acceso más inteligente hacia los datos. La plataforma en la nube tiene la propiedad de integrar los datos y sus resultados para varios modelos que presenten información. En centro de datos en la nube contiene una base con los datos de los sensores, una base con los datos obtenidos de otras fuentes (hoja de cálculo, documentos de texto, archivos planos, y otras bases), programas de procesamiento de datos que transforman los datos obtenidos desde los sensores y otras fuentes en datos modelados para ser almacenados en las bases de datos; programas de captura que reciben los datos de la red de comunicación, luego los verifica y los envía a procesamiento; programas de almacenamiento que guarda los datos en las bases de sensores y bases de otras fuentes. También está ubicada la herramienta BI que realiza la extracción, transformación y carga (ETL) desde los archivos de otras fuentes (hoja de cálculo, documentos de texto, archivos planos, y otras bases) hacia el datamart. El Business Intelligence se representa en el diseño del datamart para este caso de distribución de productos de consumo masivo, se propone el modelo del data warehouse para almacenar los movimientos de los productos al entrar o salir de las bodegas; la tabla de hechos Operaciones se encuentra en el centro del modelo de datos multidimensionales, contiene las claves y valores de medida de las tablas de dimensiones como productos, proveedor, tiempo y bodegas, ver figura 9. Los metadatos puntualizan los atributos del objeto e información respectiva al objeto. El data warehouse de los productos contiene el modelo de metadatos de hechos y el modelo de metadatos de dimensiones.

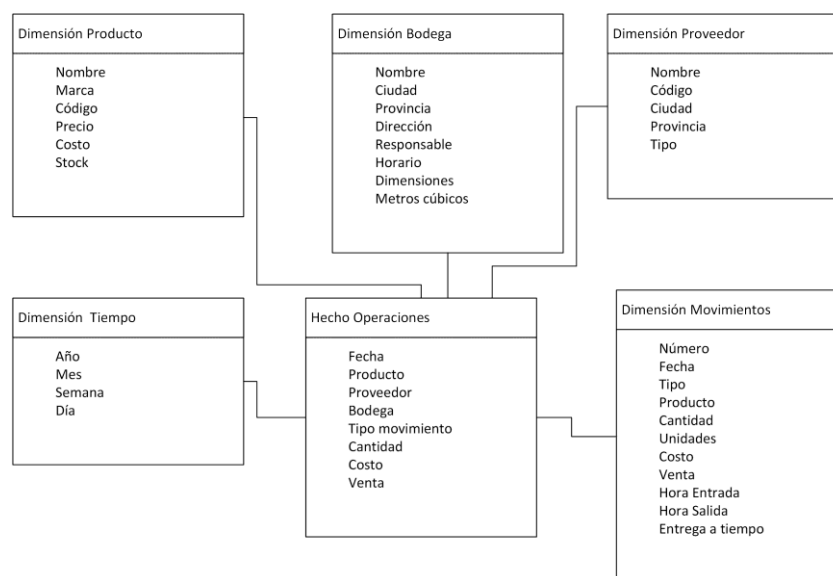


Figura 9. Datamart

Capa 4. Aplicaciones Dashboard: El dashboard está conectado a través del centro de datos y la instancia de red para presentar las actividades históricas y actuales de los productos o alimentos; el dashboard de productos está diseñado para conectar varios dispositivos IoT y distintas fuentes de datos al centro de datos ubicado en la nube; se proporcionan indicadores para evaluar el proceso de seguimiento de alimentos; el personal responsable de los productos pueden obtener información y realizar el análisis en forma más eficiente. La figura 10 presenta el diseño del dashboard, en una parte están los filtros como bodega, categoría, línea, producto, estado del producto, stock y fecha inicial-fecha final; se presentan los datos actualizados del inventario como actual, por llegar, distribuido, disponible, costo en dólares y precio en dólares; se presentan tabla de consolidado por bodegas y tabla de consolidado por proveedor; y se presentan los siguientes indicadores: Ocupación de bodegas, Eficiencia de productos, Fallas de stock, Eficiencia operativa y Entregas completas (Mecalux, 2023). Los indicadores se describen a continuación.

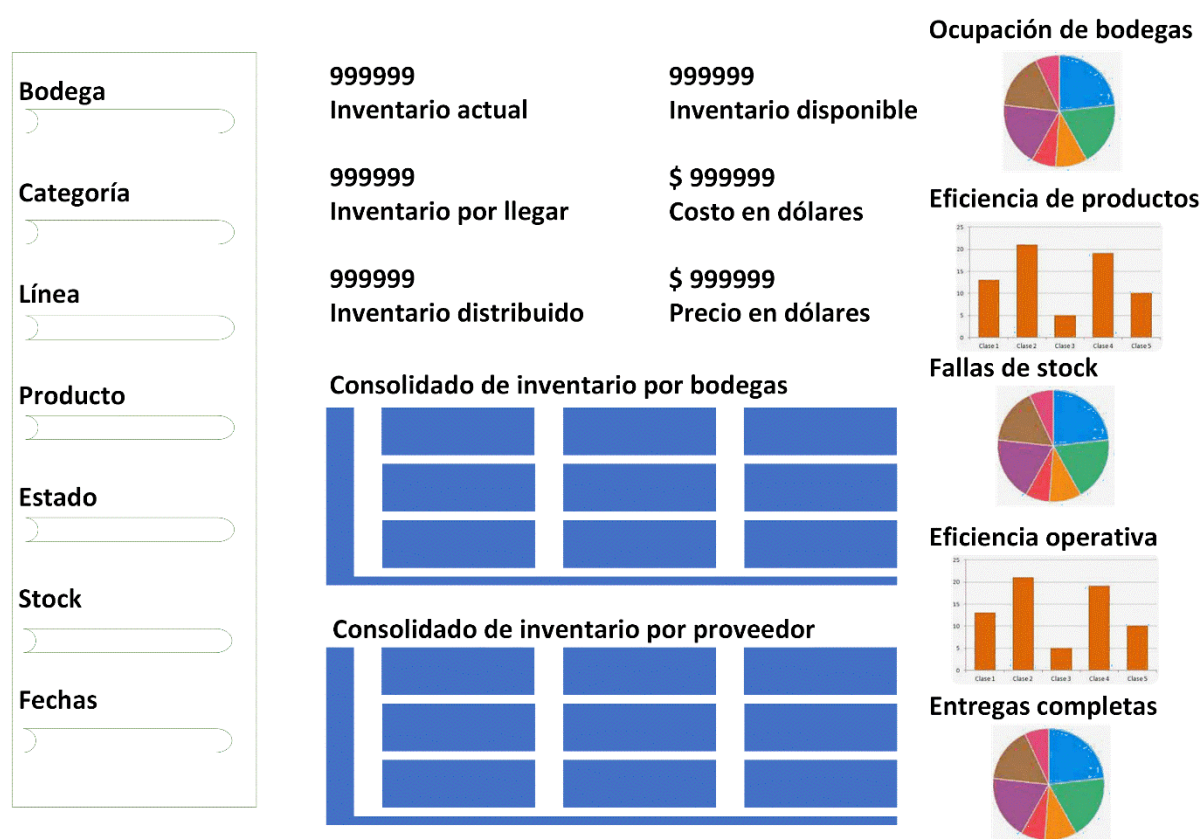


Figura 10. Dashboard

Ocupación de bodegas: Calcula el porcentaje que están ocupadas las bodegas de productos durante las operaciones de recepción/despacho, un 100% indica al jefe de bodega que debe ordenar o ampliar a otra parte el almacenamiento de los productos. La fórmula utilizada es:

$$\text{Ocupación de bodega} = (\text{bodegas utilizadas} / \text{bodegas disponibles}) \times 100.$$

Ejemplo: se reciben cientos de productos y solo ocupa 4 de las 7 bodegas disponibles, el porcentaje de ocupación de bodega es: $(4 / 7) * 100 = 57\%$ de ocupación de bodega durante las actividades de recepción/despacho.

Eficiencia de productos: Calcula la productividad del trabajo en la recolección y distribución de productos; este índice evalúa el rendimiento de los procesos en transporte y almacenamiento, además se puede entender la eficiencia de los dispositivos de recepción/envío. Este índice disminuye el riesgo en la merma de productos, y puede simplificar las operaciones de almacenamiento o despacho o movimiento de los productos. La fórmula utilizada es:

$$\text{Eficiencia de productos} = \text{volumen de stock admitido} / \text{cantidad de horas de trabajo}.$$

Ejemplo: si la empresa recibe o admite 500 unidades en un día y la bodega opera durante las 24 horas, la eficiencia es: $500 / 24 \text{ h} = 21$ unidades de carga por cada hora.

Fallas de stock: Calcula el porcentaje de pedidos no atendidos por falta de stock suficiente para despachar la demanda; el jefe de bodegas debe verificar que este valor sea bajo para satisfacer la distribución y entrega a los clientes. La fórmula utilizada es:

$$\text{Fallas de stock} = (\text{cantidad de pedidos no atendidos} / \text{cantidad de pedidos}) \times 100.$$

Ejemplo: Si los pedidos no atendidos por falta de stock es 45 en un mes, y la cantidad de pedidos es 440, la rotura de stock es:

$$(45 / 440) * 100 = 10,22\% \text{ de fallas de stock en la bodega.}$$

Eficiencia operativa: Calcula la eficiencia en las operaciones de recepción-envío-distribución de productos, la operación es buena cuando se presenta un valor cercano a 100%, es decir las actividades se realizan con mínimos errores y en poco tiempo. La fórmula utilizada es:

$$\text{Eficiencia operativa} = [(\text{cantidad de pedidos} - \text{devoluciones de productos}) / \text{cantidad de pedidos}] * 100.$$

Ejemplo: si la empresa distribuye 5300 pedidos y los clientes devuelven 319, la precisión en las operaciones es:

$$[(5300 - 319) / 5300] * 100 = 94\% \text{ de precisión en la eficiencia operativa.}$$

Entregas completas: Calcula los pedidos de los productos que son distribuidos en el tiempo y lugar establecidos por el cliente; el responsable de logística realiza las planificaciones que aseguren la correcta distribución de los productos y servicio eficiente en la logística. La fórmula utilizada es:

$$\text{Entregas completas} = (\text{cantidad de pedidos distribuidos a tiempo} / \text{cantidad de pedidos enviados}) * 100.$$

Ejemplo: Si los 5300 pedidos distribuidos a tiempo, y 4563 se entregaron a tiempo, el porcentaje de entregas completas es:

$$(4563 / 5300) * 100 = 86\% \text{ de tasa de entregas completas.}$$

La nube puede ser implementada en Microsoft Azure (Azure, 2023) o Amazon Web Services (Amazon, 2023); estas nubes brindan los servicios de almacenamiento, y los usuarios pueden entrar y obtener información desde cualquier lugar, y ver en formato de informes o dashboard útiles sobre el seguimiento de los procesos.

4.3. Evaluación del modelo de seguimiento propuesto para determinar la factibilidad mediante un análisis comparativo contrastado con trabajos relevantes relacionados

Para determinar la factibilidad del modelo que se propone en esta investigación se tomaron las mismas características que se utilizaron para tabular los 30 artículos científicos; por cada artículo se toma el año de producción, país y título, luego hay 31 características cualitativas que se pueden contar y están agrupadas en 6 bloques, son los siguientes: bloque Áreas (Energía, Alimentos, Agua, Agricultura), bloque Tecnologías de comunicación (MQQT, LoRa, GSM, Bluetooth, Zigbee, HTTPS, GSM, QR, RFID), bloque Datos (Base de Datos, Blockchain, Texto), bloque Actuadores (Potencia, Pulso, Energía, Riego), bloque Sensores (Temperatura, Humedad, Proximidad, Vibración, Salinidad, Gas, Peso, Nivel, Luz) bloque Otros (Capas, Dashboard). Se descartaron las características *No Especifica* y *No Utilizan*.

Las 31 características están presentadas en cada columna en la figura 11, por cada característica que cumple el artículo se asigna un punto, la suma de las características por cada artículo está

en la columna *Puntaje*; la suma de *Puntaje* de los 30 artículos seleccionados es el *Promedio General* que resulta en 6.87 puntos promedio; para determinar si un artículo es factible o no, en la columna *Factibilidad* se hace la pregunta si el puntaje del artículo es mayor al *Promedio General* entonces SI es factible sino NO es factible. Resulta que entre los 30 artículos solo 17 son factibles para tomarlos como ejemplo de modelos o referencias por cumplir con más características en la distribución de productos que usan tecnologías IoT y Dashboard; es decir el 55% de los artículos son factibles para su aplicación, y 45% no son factibles, sin contar nuestra propuesta de modelo.

En la última línea del grafico 11 se adicionó nuestra propuesta de modelo que cumple con 11 características (área de alimentos, protocolo MQTT, RFID, utiliza base de datos, actuadores, utiliza sensores de temperatura, humedad, proximidad, luz, presenta el modelo en capas y presenta los datos en dashboard) y además SI cumple con el criterio de factibilidad; es decir nuestra propuesta de modelo cumple con el 36% de las características, mientras que sólo un artículo (Gan et al., 2018) tiene 13 características cumple el 42%; otro artículo (Abbasi et al., 2019) tiene 10 características cumple el 32%, los demás artículos tienen menos de 9 características es decir cumplen con menos del 29%.

Artículos				Áreas			Comunicación								Datos			Actuadores			Sensores								Otros		Evaluación							
Item	Año	País	Título	Energía	Alimentos	Agua	Agricultura	MQQT	LoRa	GSM	Bluetooth	Zigbee	HTTPS	GSM	QR	RFID	Base de Datos	Blockchain	Texto	Potencia	Pulso	Energía	Riego	Temperatura	Humedad	Proximidad	Vibracion	Salinidad	Gas	Peso	Nivel	Luz	Capas	Dashboard	Puntaje	Factibilidad		
1	2019	Uruguay	An IoT-based electronic price-tag for food retail	1					1							1			1					1									1		6	NO		
2	2022	Portugal	Cloud-enabled Integration of IoT Applications within the Farm to Fork to Reduce the Food Waste	1				1		1							1							1	1								1	1	9	SI		
3	2022	Iran	Development of Fruit Cold Storage Monitoring Controller using IoT	1													1							1	1										4	NO		
4	2021	Romania	Digital Solutions for Smart Food Supply Chain	1				1								1	1	1						1										1	7	SI		
5	2020	Iran	Intelligent monitoring systems for transportation of perishable products based IoT	1						1						1								1	1									1		6	NO	
6	2019	Iran	Internet of Things in agriculture: A survey				1	1	1	1						1	1							1	1							1	1		10	SI		
7	2018	Macedonia	IoT agriculture system based on LoRaWAN	1					1								1							1	1									1	1	7	SI	
8	2018	Reino Unido	IoT Based Energy Consumption Monitoring Platform for Industrial Processes	1				1									1			1	1	1		1	1	1	1					1	1	1	13	SI		
9	2022	Sudafrica	Smart Water: Fish farm monitoring in Vietnam by controlling water quality in ponds and tanks			1											1							1												2	NO	
10	2021	Portugal	Traceability in food supply chains: SME focused traceability framework for chain-wide quality	1						1							1							1				1	1				1	1	9	SI		
11	2020	Costa Rica	IoT Application for Water Quality Monitoring: Nitrates			1				1							1							1					1	1				1		6	NO	
12	2021	IEEE	LoRaWAN ESL for Food Retail and Logistics	1												1	1							1										1		5	NO	
13	2022	Indonesia	IoT Architectural Design for Microgreens Cultivation				1										1						1	1	1							1	1	1	8	SI		
14	2019	China	An improved RFID anti-collision algorithm and its application in food tracking	1													1										1									4	NO	
15	2021	USA	An Ecosystem for the Dairy Logistics Supply Chain with Blockchain Technology	1											1	1		1									1									6	NO	
16	2021	Alemania	Comparing BLE and NB-IoT as Communication Options for Smart Viticulture IoT Applications				1		1		1								1					1	1											7	SI	
17	2022	Malasia	Condition Monitoring of Frozen Storage for Energy Optimization	1			1										1							1	1									1	1	7	SI	
18	2021	Latvia	Implementation of Machine Learning based Approach in IoT Network Prototype				1	1									1							1	1								1		7	SI		
19	2020	Indonesia	IoT Based: Improving Control System for High-Quality Beef in Supermarkets	1													1				1	1		1		1									1	8	SI	
20	2019	India	IoT Based Novel Smart Refrigerator to Curb Food Wastage	1												1	1							1						1	1			1	1	8	SI	
21	2020	IEEE	IoT Monitoring System for Grain Storage	1			1										1							1	1										1	8	SI	
22	2019	USA	IoT Sensor Network Approach for Smart Farming: An Application in Food, Energy and Water System									1					1					1	1	1	1							1			8	SI		
23	2022	India	LoRaWAN IoT based Precision Smart Farming Architecture with Data Visualization				1		1								1	1						1	1							1		1	9	SI		
24	2021	India	Smart Farming using IoT and LoRaWAN				1	1									1		1			1		1	1									1		8	SI	
25	2021	Mexico	Modular IoT-based Automated Hydroponic System				1	1											1					1	1							1	1		1	8	SI	
26	2021	India	Temperature and Humidity Monitoring in Silo	1					1											1				1	1										1		6	NO
27	2022	Grecia	Smart Refrigeration Equipment based on IoT Technology for Reducing Power Consumption	1													1							1	1												6	NO
28	2019	Bangladesh	Smart LCC Device: LCC-Based IoT Device for measuring urea consumption in major food crops				1								1		1		1															1			6	NO
29	2020	Uruguay	Ultra low-cost sensors using RFID standards for data collection, for IoT systems	1													1		1					1													4	NO
30	2021	IEEE	An Integrated Low Power Temperature Sensor for Food Monitoring Applications	1													1		1					1											1	1	4	NO
2023		Ecuador	Modelo de información para seguimiento en la distribución de productos de consumo masivo basado en IoT y Dashboard	1			1									1	1					1		1	1	1										11	SI	
Promedio General de los 30 artículos																																			6.867	17		

Figura 11. Contrastación del modelo de seguimiento

5. DISCUSIÓN

La distribución de alimentos se compone de varias entidades en la cadena de distribución y almacenamiento que trabajan para un objetivo, que es entregar los alimentos en buenas condiciones al consumidor final. Existen desafíos en determinar los indicadores correctos para el análisis de distribución de productos; la información actualizada y precisa es básica para la capacidad de respuesta en cada empresa y aprovechar las ventajas que ofrece la BI para generar conocimiento importante y visualizar los patrones de datos conseguidos desde diferentes dispositivos y diferentes archivos, que apunten a optimizar las operaciones, mejorar la rentabilidad y sobrepasar a la competencia.

Entre las ventajas en este modelo está el monitoreo de productos de alimentación, el monitoreo se convierte en optimización de procesos porque se validan los parámetros que perturban el movimiento o almacenamiento de productos, es posible mitigar las fallas/defectos al conocer las causas. Transmitir información validada accede a mejorar los precios de los productos de acuerdo a los consumidores, aumenta la confianza del consumidor, reduce desperdicios, y posible aumento de las ganancias.

En esta investigación, no está considerado los costos de dinero y tiempo de implementación que puede costar el proyecto, tampoco se considera el talento humano necesario para el desarrollo de la red IoT, ni el costo-beneficio en dinero que genere el proyecto. El modelo genera dos beneficios intangibles: recolección de datos sobre los inventarios en tiempo real, y acceso a los datos desde cualquier lugar.

Se espera contribuir con esta investigación a la optimización del monitoreo de los productos de consumo masivo para tomar decisiones informadas.

6. CONCLUSIÓN

Las conclusiones se basan en los resultados obtenidos en la investigación:

Los modelos en seguimiento de productos contribuyeron a conocer el entorno IoT, se obtuvieron 30 artículos científicos que ayudaron a contestar las 5 preguntas de investigación. El 60% del total fue utilizado en área de entrega o distribución o seguimiento de alimentos; el 33% del total utiliza RFID para comunicación; el 87% del total utiliza sensores de temperatura; el 13% del total utiliza actuadores de energía; el 67% del total deposita los datos en Base de Datos

El modelo de seguimiento basado en IoT y Dashboard para inventarios con Business Intelligence está formado de 4 capas y 5 indicadores que miden la eficiencia de distribución de los productos de consumo masivo.

En la evaluación del modelo de seguimiento SI cumple con el criterio de factibilidad, es decir nuestra propuesta de modelo cumple con el 36% de las características para tomar decisiones informadas.

REFERENCIAS

- Abbasi, M., Yaghmaee, M. H., & Rahnama, F. (2019). Internet of Things in agriculture: A survey. *2019 3rd International Conference on Internet of Things and Applications (IoT)*, 1–12. <https://doi.org/10.1109/IICITA.2019.8808839>
- Ahmadzadegan, M. H., Mohammadzadeh, M. S., Eftekharnajad, G., & Ghorbani, H. (2020). Intelligent Monitoring Systems for Transportation of Perishable Products based Internet of Things (IoT) Technology. *2020 IEEE 9th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)*, 130–133. <https://doi.org/10.1109/CSNT48778.2020.9115745>
- Amazon. (2023). *Amazon Web Services*.
- Anand, G., & Prakash, L. (2019). IoT Based Novel Smart Refrigerator to Curb Food Wastage. *3rd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*, 268–272. <https://doi.org/10.1109/IC3I44769.2018.9007271>
- Aranda, M., Savage, A., Roman, J. S., Noguera, L., Ponce, H., Brieva, J., & Moya-Albor, E. (2021). Modular IoT-based Automated Hydroponic System. *Proceedings - 2021 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering, ICMEAE 2021*, 220–226. <https://doi.org/10.1109/ICMEAE55138.2021.00042>
- Arnaud, A., & Costa, G. (2020). Ultra low-cost sensors using RFID standards for data collection, for IoT systems in food production and logistics. *2020 IEEE 11th Latin American Symposium on Circuits and Systems, LASCAS 2020*, 0–3. <https://doi.org/10.1109/LASCAS45839.2020.9068972>
- Arnaud, A., Marioni, M., Ortiz, M., Vogel, G., & Miguez, M. R. (2021). LoRaWAN ESL for Food Retail and Logistics. *IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems*, 11(3), 493–502. <https://doi.org/10.1109/JETCAS.2021.3101367>
- Azure, M. (2023). *Microsoft Azure*.
- Caselli, M., Ronchi, M., & Boni, A. (2021). An Integrated Low Power Temperature Sensor for Food Monitoring Applications. *2021 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), 2021-May(5)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ISCAS51556.2021.9401361>
- Curto, J. P., & Gaspar, P. D. (2021). Traceability in food supply chains: SME focused traceability framework for chain-wide quality and safety-Part 2. *AIMS Agriculture and Food*, 6(2), 708–736. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021042>
- Das, S., Verma, S., Kaushik, T., & Gupta, N. (2022). LoRaWAN IoT based Precision Smart Farming Architecture with Data Visualization. *2022 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICONAT53423.2022.9725941>
- Davcev, D., Mitreski, K., Trajkovic, S., Nikolovski, V., & Koteli, N. (2018). IoT agriculture system based on LoRaWAN. *2018 14th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS), 2018-June*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/WFCS.2018.8402368>
- Debdas, S., Chakraborty, S., Biswas, B., Mohapatra, S., Gupta, Y., & Dutta, T. (2021). Smart Farming using IoT and LoRaWAN. *2021 IEEE 2nd International Conference on Applied Electromagnetics, Signal Processing, & Communication (AESPC)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/AESPC52704.2021.9708497>
- Evan, F., Anisa, N., Nurfitriyani, S. J., & Alexandra, J. (2022). IoT Architectural Design for Microgreens Cultivation. *2022 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech), August*, 225–230. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech55957.2022.9915013>
- Fang, C., & Stone, W. Z. (2021). An Ecosystem for the Dairy Logistics Supply Chain with Blockchain Technology. *2021 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME), October*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICECCME52200.2021.9591146>
- Funchal, G., Melo, V., & Leita, P. (2022). Cloud-enabled Integration of IoT Applications within the Farm to Fork to Reduce the Food Waste. *IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2022-June*, 824–829. <https://doi.org/10.1109/ISIE51582.2022.9831694>
- Gan, S., Li, K., Wang, Y., & Cameron, C. (2018). IoT Based Energy Consumption Monitoring Platform for Industrial Processes. *2018 UKACC 12th International Conference on Control (CONTROL)*,

- 236–240. <https://doi.org/10.1109/CONTROL.2018.8516828>
- Hernandez-Alpizar, L., Carrasquilla-Batista, A., & Sancho-Chavarria, L. (2020). IoT Application for Water Quality Monitoring: Nitrates. *2020 IEEE 11th Latin American Symposium on Circuits & Systems (LASCAS), 2004(701)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/LASCAS45839.2020.9069039>
- IPSoft. (2022). *Smart Water: Fish farm monitoring in Vietnam by controlling water quality in ponds and tanks*.
- Kalaiaarasi, G., Dinakaran, K., Ashok, J., Kathirvelu, M., & Anandkumar, A. (2022). IOT Based Milk Analyzer using Arduino with Wi-Fi Module. *2022 IEEE 2nd International Conference on Mobile Networks and Wireless Communications, ICMNWC 2022*. <https://doi.org/10.1109/ICMNWC56175.2022.10031666>
- Kempelis, A., Romanovs, A., & Patlins, A. (2021). Implementation of Machine Learning based Approach in IoT Network Prototype. *2021 IEEE 9th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/AIEEE54188.2021.9670255>
- Kodali, R. K., John, J., & Boppana, L. (2020). IoT Monitoring System for Grain Storage. *2020 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CONECCT50063.2020.9198549>
- Koritsoglou, K., Papadopoulou, M. S., Boursianis, A. D., Sarigiannidis, P., Nikolaidis, S., & Goudos, S. K. (2022). Smart Refrigeration Equipment based on IoT Technology for Reducing Power Consumption. *2022 11th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/MOCAST54814.2022.9837760>
- Krug, S., Miethe, S., & Hutschenreuther, T. (2021). Comparing BLE and NB-IoT as Communication Options for Smart Viticulture IoT Applications. *2021 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SAS51076.2021.9530069>
- Kuan, H. W., & Lai, N. S. (2022). Condition Monitoring of Frozen Storage for Energy Optimization. *2022 Sixth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, 505–509. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC55078.2022.9987327>
- Lu, J., Yang, L., Qiu, Y., & Li, D. (2019). *An improved RFID anti-collision algorithm and its application in food tracking*. *Iccse*, 0–4.
- Marchini, M. F. (2022). ChaordicLedger: Digital Transformation and Business Intelligence via Data Provenance and Ubiquity. *SysCon 2022 - 16th Annual IEEE International Systems Conference, Proceedings*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SysCon53536.2022.9773812>
- Martin-Rubio, I., Tarquis, A. M., & Andina, D. (2018). Business Intelligence: New products development and supply chain systems in a SoSE perspective. *World Automation Congress Proceedings, 2018-Octob*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/WAC.2016.7582998>
- Mecalux. (2023). *Indicadores de bodegas*.
- Mekonnen, Y., Burton, L., Sarwat, A., & Bhansali, S. (2019). IoT Sensor Network Approach for Smart Farming: An Application in Food, Energy and Water System. *IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/GHTC.2018.8601701>
- Melendrez-Caicedo, G., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Secure Data Model for the Healthcare Industry in Ecuador Using Blockchain Technology. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 252, 479–489. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4126-8_43
- Miguez, M., Marioni, M., Ortiz, M., Vogel, G., & Arnaud, A. (2019). An IoT-based electronic price-tag for food retail. *2019 26th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS)*, 189–192. <https://doi.org/10.1109/ICECS46596.2019.8964686>
- Muppidi, A., Hashim, A. S. B., & Hasan, M. H. Bin. (2022). Proposed User-Experience Model for the Design and Development of BI Dashboards. *2022 2nd International Conference on Intelligent Cybernetics Technology and Applications, ICICyTA 2022*, 23–28. <https://doi.org/10.1109/ICICyTA57421.2022.10037904>
- Nagarkar, A., Vyas, H., Gardalwar, A., Padole, A., Sorte, S., & Agrawal, R. (2022). Development of Fruit Cold Storage Monitoring Controller using IoT. *2022 3rd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC), Icesc*, 1009–1015. <https://doi.org/10.1109/ICESC54411.2022.9885506>

- Siddik, M. A. D., Sohag, M. H. R., & Zaman, A. U. (2019). Smart LCC Device: LCC-Based IoT Device for measuring urea consumption in major food crops. *2019 IEEE International Conference on Robotics, Automation, Artificial-Intelligence and Internet-of-Things (RAAICON)*, 164–167. <https://doi.org/10.1109/RAAICON48939.2019.72>
- Srilakshmipathy, S., Abhishek, R., & Deepa. (2021). Temperature and Humidity Monitoring in Silo. *2021 International Conference on Recent Trends on Electronics, Information, Communication & Technology (RTEICT)*, 1, 55–59. <https://doi.org/10.1109/RTEICT52294.2021.9573918>
- Suciu, G., Pop, I., Pasat, A., Calescu, S., Vatasoiu, R., & Suciu, I. (2021). Digital Solutions for Smart Food Supply Chain. *2021 IEEE 27th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)*, 378–381. <https://doi.org/10.1109/SIITME53254.2021.9663672>
- Svalina, A., Pibernik, J., Dolic, J., & Mandic, L. (2021). Data Visualizations for the Internet of Things Operational Dashboard. *Proceedings Elmar - International Symposium Electronics in Marine, 2021-Septe(September)*, 91–96. <https://doi.org/10.1109/ELMAR52657.2021.9550826>
- Tapia Cortes, C. (2020). Tipologías de uso educativo de las Tecnologías de la Información y Comunicación: una revisión sistemática de la literatura. *Eduotec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 71, 16–34. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.71.1489>
- Widarti, E., Pramajuri, B. A., & Suyoto, S. (2020). IoT Based: Improving Control System for High-Quality Beef in Supermarkets. *Proceeding - ICoSTA 2020: 2020 International Conference on Smart Technology and Applications: Empowering Industrial IoT by Implementing Green Technology for Sustainable Development*, 5–9. <https://doi.org/10.1109/ICoSTA48221.2020.1570610835>
- Zerega-Prado, J., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Arquitectura de consolidación de la información para seguros de la salud mediante Big Data. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 0(23 SE-Artículos). <https://doi.org/10.36561/ING.23.3>