



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL USO DEL INTERNET OF THINGS
ENFOCADA A LA ATENCIÓN HOSPITALARIA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Computación

AUTOR: Luccy Carolina Chimbolema Yumizaca

TUTOR: Joe Frand Llerena Izquierdo

Guayaquil – Ecuador

2023

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

Yo, Luccy Carolina Chimbolema Yumizaca con documento de identificación N° 0954657102 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, 30 de enero del año 2023

Atentamente,

Luccy Chimbolema.

Luccy Carolina Chimbolema Yumizaca
0954657102

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

Yo, Luccy Carolina Chimbolema Yumizaca con documento de identificación N° 0954657102, 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 autora del Artículo Académico: “Revisión de la literatura sobre el uso del Internet of Things enfocada a la atención hospitalaria”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Computación, 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, 30 de enero del año 2023

Atentamente,

Luccy Chimbolema.

Luccy Carolina Chimbolema Yumizaca

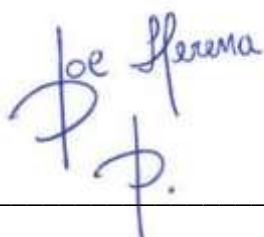
0954657102

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: REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL USO DEL INTERNET OF THINGS ENFOCADA A LA ATENCIÓN HOSPITALARIA, realizado por Luccy Carolina Chimbolema Yumizaca con documento de identificación N° 0954657102, 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, 30 de enero del año 2023

Atentamente,



Joe Frand Llerena Izquierdo

0914884879

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar Dios en cada momento de desmotivación cuando sentía el cansancio por darme las fuerzas necesarias y recordar el motivo de mi propósito, debido a lo cual culmino esta etapa de mi vida es para entregarle a mis padres una felicidad más.

A mis padres José Chimbolema por su paciencia y apoyo incondicional en mi etapa de mi carrera y, a mi Madre Mercena Yumizaca que estuvo conmigo y confió en mí apoyándome siempre en mis días de llantos de estudios por ser mi compañera y ayudar a superar mis miedos en mi etapa de formación profesional ha sido los pilares fundamentales en todos estos años por su sacrificio que con su determinación y trabajo le ha costado darme la oportunidad ante toda circunstancia que se presentaron a lo largo de mi etapa estudiantil de seguir una carrera universitaria, valoro cada esfuerzo evidentemente es la herencia más valiosa que me está dejando mis estudios y a mi hermano Leonel Chimbolema que siempre estuvo presente con su cariño y apoyo. Por eso estoy muy agradecida ya que me motivaron siempre a luchar por mis metas.

Del mismo modo quiero agradecer aquellas personas que estuvieron apoyándome con un consejo o palabras de aliento y me brindaron ánimos y me motivaron un efecto positivo en mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme en todo momento angustia darme la sabiduría y fuerza a lo largo de este camino llegar con perseverancia y al Ing. Joe Lerena Izquierdo, que me ha brindado su ayuda dentro de mi proceso del artículo y su tiempo que me ha dado, con sus sugerencias.

Quiero agradecer a la institución y los docentes que brindaron conocimientos en las aulas a lo largo de este camino para educar excelentes profesionales y sobre todo en ser buenas personas.

RESUMEN

Internet of Things se presenta como una tecnología prometedora en cuidado de la salud. El objetivo general es desarrollar una revisión de literatura sobre el uso del IoT enfocada a la atención hospitalaria mediante el uso de bases indexadas de artículos relevantes desde el año 2018 hasta el 2022. Los objetivos específicos son: identificar las propuestas de IoT enfocadas a la atención hospitalaria mediante la revisión de literatura; clasificar los trabajos relevantes para determinar el alcance y la utilidad de IoT en atención hospitalaria; y evaluar los resultados de la revisión de literatura para contrastar los resultados mediante la generación de una tabla comparativa con los estándares IEEE P2413, IEEE 1451-99 e IEEE P1912. La metodología utilizada es la revisión sistemática de la literatura basado en el estándar PRISMA que realiza una búsqueda en diferentes bases de datos, para certificar la revisión de una amplia gama de artículos. Resultaron 41 artículos seleccionados, se halló que el componente principal en los modelos son los sensores en 98%, el protocolo más utilizado es IEEE en 68%, la metodología más utilizada es la presentación de características en 93%, la característica común en los artículos es la relación entre la teoría-diseño-resultados-evaluación en 85%. Los resultados en análisis de IEEE 2413 es la adaptabilidad y factores humanos que son las características más relevantes en los modelos, pero la valuación en calidad y regulación son características más bajas; al parecer es necesario considerar la evaluación en la calidad de cualquier modelo IoT que se propone. En IEEE 1912 sólo 15 artículos aplican privacidad y seguridad en conjunto. Ningún artículo utiliza el estándar 1451-99 que trata sobre la utilización del protocolo XMPP. Se concluye que los modelos diseñados y desarrollados son adaptables para la atención en hospitales para realizar un seguimiento o control de los pacientes, esto puede agilizar la atención interna o externa porque puede existir falta de personal médico o espacio en un hospital, más aún como el caso de la pandemia COVID-19 que sufrió el mundo y que impulsa el uso de tecnología en todas las áreas para ser más eficiente y eficaz.

Palabras claves: Internet de la Cosas, atención hospitalaria, cuidado de salud, revisión de la literatura, automatización de la salud.

ABSTRACT

The Internet of Things presents itself as a promising technology in healthcare. The general objective is to develop a literature review on the use of IoT focused on hospital care through the use of indexed databases of relevant articles from 2018 to 2022. The specific objectives are: Identify IoT proposals focused on hospital care through literature review; Rank relevant jobs to determine the scope and usefulness of IoT in hospital care; and Evaluate the results of the literature review to contrast the results by generating a comparative table with the IEEE P2413, IEEE 1451-99 and IEEE P1912 standards. The methodology used is the Systematic Review of the Literature based on the PRISMA standard that performs a search in different databases, to certify the review of a wide range of articles. There were 41 selected articles, it was found that the main component in the models are the sensors in 98%, the most used protocol is IEEE in 68%, the most used methodology is the presentation of characteristics in 93%, the common characteristic in the articles is the relationship between theory-design-results-evaluation in 85%. The results in IEEE 2413 analysis is Adaptability and Human Factors which are the most relevant characteristics in the models, but the valuation in Quality and Regulation are lower characteristics; it seems necessary to consider the evaluation in the quality of any IoT model that is proposed. In IEEE 1912 only 15 articles apply Privacy and Security together. No article uses the 1451-99 standard that deals with the use of the XMPP protocol. It is concluded that the models designed and developed are adaptable for care in hospitals to monitor or control patients, this can streamline internal or external care because there may be a lack of medical personnel or space in a hospital, even more so as in the case of the COVID-19 pandemic that the world suffered and that promotes the use of technology in all areas to be more efficient and efficient.

Keywords: Internet of Things, Hospital Care, Health Care, Literature Review, Health Automation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. Internet of Things en la actualidad	14
2.2. Atención hospitalaria y el uso de las tecnologías con IoT	14
2.3. Estándar IEEE 2413	16
2.4. Estándar IEEE 1451-99	16
2.5. Estándar IEEE 1912	16
3. METODOLOGÍA	17
4. RESULTADOS.....	19
5. DISCUSIÓN	27
6. CONCLUSIÓN.....	29
REFERENCIAS	30

1. INTRODUCCIÓN

El cuidado de la salud es un derecho y una necesidad básica para toda persona (R. Ayala Carabajo, 2016), existen algunas razones para que la atención médica en hospitales o centros de salud se degrade como: aumento de la población, posición geográfica, falta de instalaciones, entre otras (Melendrez-Caicedo & Llerena-Izquierdo, 2022); las TICs son útiles para mejorar las condiciones de vida, y en el campo de salud se mejora las atenciones, minimiza tiempos y acorta distancias (Llerena-Izquierdo & Ayala-Carabajo, 2022), la tecnología IoT tiene grandes funcionalidades en muchos entornos mediante dispositivos interconectados que capturan datos y los envía a la nube para almacenamiento, procesamiento, análisis y avisos a los pacientes o doctores (Rodríguez Pesantes, 2021). IoT ofrece ventajas como: transferencia de datos, ahorro de tiempo, ahorro de dinero, acceso a la información en cualquier tiempo o lugar, uso activo de Internet, mejora la calidad de vida y minimiza la participación de las personas en los datos (Swamy et al., 2022)(Viera Vallejo, 2023).

La atención en el sector de salud es más cara cada vez para los gobiernos, empresas privadas y pacientes, y también el número de enfermedades está en aumento (Barberán Vizqueta & Chela Criollo, 2021). En la salud, la tecnología IoT tiene buena acogida por los bajos costos de los dispositivos, reducción de esfuerzo, ejecución de tareas en forma automática, recolección de datos, minimiza mano de obra, monitoreo permanente, aviso mediante alertas, conexión con aplicaciones móviles, entre otros (Baluprithviraj et al., 2022)(Llerena-Izquierdo et al., 2020).

Desde la pandemia del COVID-19 a finales del año 2019, la salud es mejorpreciada y más importante, en este escenario la atención hospitalaria o médica se complicó por falta de conocimiento y falta de seguimiento a los pacientes porque se minimizó el traslado y atención de personas en forma presencial, y en otros casos los hospitales estaban colapsados. IoT tomó mucha fuerza e implementaciones en el monitoreo de la salud por la disponibilidad 24/7 en forma telemática o remota por medio de dispositivos y aplicaciones web o móviles; la observación presencial o remota con dispositivos IoT ayuda en la gestión médica y aumentan el conocimiento médico, la atención puede ser seguida por médicos, enfermeras o parientes del paciente, el servicio médico es interactivo e instantáneo para medir la frecuencia cardíaca, niveles salinos, presión arterial y la temperatura corporal del paciente, estos y otros datos son captados por dispositivos para minimizar el tiempo de atención, el costo financiero de los hospitales u hogares; IoT es considerado para diseñar y desarrollar una estructura de atención

y observación en la salud, captar detalles de los pacientes y determina los datos al hospital y otros interesados, con almacenamiento en la nube y mostrar los datos en línea, por supuesto que se debe considerar la autenticación de usuarios por la confidencialidad y privacidad (Sainadh et al., 2021).

IoT ayuda en la gestión médica como inspección remota de los pacientes, los dispositivos IoT están conectados a la red y estos envían datos a la nube; la atención hospitalaria o médica es una de las aplicaciones más básicas de IoT como seguimiento presencial o remoto en los indicadores del paciente, todos los datos recolectados abren nuevas estrategias de procesamiento en el área de medicinas y servicios médicos (Zerega-Prado & Llerena-Izquierdo, 2022). Las aplicaciones de IoT en salud o atención hospitalaria tienen gran impacto porque los dispositivos se comunican entre sí, las notificaciones son dinámicas, aumentan el conocimiento médico, IoT genera el avance de dispositivos y sensores médicos, los datos se acceden en forma remota, esto ayuda a minimizar posibles enfermedades y maximizar la atención hospitalaria (Bansal et al., 2021).

La integración de TICs en salud y en especial la atención hospitalaria por parte de proveedores de salud pública o privada se realiza para seguimiento a los múltiples parámetros de salud que presentan los pacientes dentro del hospital o desde el hogar; un hospital tradicional mantiene un monitor fijo en cada paciente para seguimiento de los parámetros vitales y confirmación manual en caso de cambios en los parámetros del paciente, así trabajan muchos proveedores de atención médica, esto es un inconveniente en el seguimiento de los signos de la salud (Lindao Guevara, 2023). Al integrar IoT en la atención hospitalaria se descentraliza la atención y los datos para los hospitales y pacientes (Kavitha et al., 2021).

En Ecuador hasta el año 2021 existen 630 centros de atención hospitalaria entre 182 centros públicos y 448 centros privados, estos centros atendieron 1038235 egresos es decir se internaron al menos una noche, sin contar las atenciones internas (INEC, 2021).

La salud es una gran área o campo que necesita servicios de información eficientes y rápidos, como son los parámetros de salud de un paciente, IoT es una tecnología que captura los datos del paciente mediante sensores y los entrega a los doctores en tiempo real (Carvajal Nagua & Solano Cedeño, 2021); esta tecnología captura, almacena, procesa y visualiza los datos del paciente en forma dinámica y sirve para monitorear o darle atención oportuna a las personas (Alamsyah et al., 2020). Las investigaciones proponen entornos de monitorización sobre

parámetros de salud basados en aplicaciones Android, dispositivos portátiles, microcontrolador, radiofrecuencia, señales o posicionamiento global (Raquel Ayala Carabajo & Llerena Izquierdo, 2017).

La tecnología IoT captura parámetros médicos como temperatura corporal, temperatura ambiental, frecuencia del pulso, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, actividad del sueño, entre otros.

Se espera que este documento visualice otras investigaciones que ayuden a reducir los costos en el cuidado de la salud como salas de emergencias, visitas, cuidados de hospitalización y pruebas de diagnóstico, reducir costos administrativos, tiempo de paciente, tiempo del médico. Este documento, revisa artículos primarios y relevantes que proponen alternativas o soluciones de salud o atención hospitalaria basadas en aplicaciones IoT; se exploran los modelos tecnológicos relacionados al sistema de salud, los efectos de esta revisión de la literatura son importantes para el diseño o desarrollo de los modelos y puede ser utilizado como guía para los desarrolladores-investigadores que deseen obtener estudios pre filtrados sobre IoT en atención hospitalaria o desarrollar una red IoT para el área de salud.

El objetivo general es: Desarrollar una revisión de literatura sobre el uso del Internet of Things enfocada a la atención hospitalaria mediante el uso de bases indexadas de artículos relevantes desde el año 2018 hasta el 2022.

Los objetivos específicos son:

- Identificar las propuestas de IoT enfocadas a la atención hospitalaria mediante la revisión de literatura para identificar los trabajos relevantes en un periodo desde el año 2018 hasta el 2022.
- Clasificar los trabajos relevantes para determinar el alcance y la utilidad de IoT en atención hospitalaria mediante un análisis descriptivo y cuantitativo.
- Evaluar los resultados de la revisión de literatura para contrastar los resultados mediante la generación de una tabla comparativa de acuerdo con los estándares IEEE P2413, IEEE 1451-99 e IEEE P1912.

En este documento, el primer capítulo describe la introducción y objetivos de la investigación, el segundo capítulo describe los conceptos de Internet de las Cosas, IoT en la atención hospitalaria y se describen los estándares IEEE P2413, IEEE 1451-99 e IEEE P1912. El capítulo

tercero describe la metodología utilizada para implementar la revisión de la literatura. El capítulo cuarto describe los resultados obtenidos y basados en los objetivos, el capítulo quinto se describe las discusiones y finalmente las conclusiones.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Internet of Things en la actualidad

IoT es una red de dispositivos como actuadores, sensores, computadoras, aplicaciones y otros, que están formados por detectores, componentes electrónicos, software, y protocolos de comunicación para optimizar su capacidad de obtener y enviar los datos (Vallejo Pimentel, 2022); IoT la vida más inteligente, más sencilla y eficiente. En la actualidad, con respecto al sector de la salud IoT tiene la mejor promesa que es la evaluación médica de una persona durante las 24 horas mediante controles de criterios y enviar alertas al personal responsable en momentos que el paciente lo necesita (Martinez et al., 2020). Las unidades de cuidados intensivos tienen sensores médicos, pero existe otra clase de pacientes en salas o en casa que necesitan un control recurrente en su salud; existe la posibilidad que el personal responsable no está atento o en otros casos, aun teniendo la disponibilidad completa (Modani et al., 2021).

IoT tiene algunos objetivos en salud como: mejorar la salud de las personas mediante el reajuste de datos en una nube en tiempo real, analizar en tiempo real la gran cantidad de registros médicos que están en estructuras de datos complejas, seguimiento simultáneo sobre la salud del paciente de acuerdo a los parámetros, aumentar la gestión de la atención en salud para bajar la carga de trabajo y optimizar el monitoreo de los pacientes, y automatización del almacenamiento de los datos de salud para otros análisis médicos en el futuro (Vazquez et al., 2020). IoT tiene algunos desafíos en salud como: se debe procesar los grandes volúmenes de datos con alta velocidad, la minería y la evaluación básicas de los datos tienen una etapa de examen consistente, las aplicaciones informáticas deben ser versátiles porque la cantidad de dispositivos está en aumento, aumentar las medidas en la entrega y recepción de datos en redes de mayor alcance, y aumentar la seguridad en los dispositivos IoT (Bansal et al., 2021).

2.2. Atención hospitalaria y el uso de las tecnologías con IoT

IoT se utiliza en monitoreo de sueros salinos que se inyectan a los pacientes, temperatura, oxígeno y pulso, además el monitoreo utiliza sensores y aplicación móvil (Baluprithviraj et al., 2022).

Otro proyecto utiliza sensores de ultrasonido para detectar el nivel del líquido, microcontroladora, pantalla de indicadores, módulo wifi, aplicación web y otro sensor de

ultrasonido para detectar las posibles burbujas en las venas del paciente (Maniktalia et al., 2022).

Para la atención hospitalaria o remota se utiliza sensor ultrasónico para obtener y comunicar el nivel salino de un paciente, otros sensores se utilizan para captar la temperatura y humedad en ropa de los pacientes, esto permite seguimiento, observación y alertas sobre el estado el paciente mediante una aplicación web (Sainadh et al., 2021).

La creación de un nuevo dispositivo IoT para medir la temperatura de las personas, se conecta por wifi a microcontroladores y envía la señal por GSM, los datos son enviados al hospital y pueden ser seguidos por aplicaciones web, además el dispositivo envía la ubicación en tiempo real por medio de GPS (Swamy et al., 2022).

En (Yaacoub et al., 2019), los autores proponen un framework para seguimiento de los parámetros de salud de los pacientes, el modelo se compone de tres capas; la primera capa de sensores corporales para obtener los parámetros, los sensores están conectados a controladores que acceden a puntos inalámbricos (Pesantes Espinoza, 2021); la segunda capa de red recibe los datos y realiza limpieza-extracción- detección de anomalías, entre otros, estos datos se envían a la nube; en la tercera capa está el centro médico que facilita los doctores, el personal que recibe las notificaciones y emite las alertas, y también se encuentra la nube que almacena los datos y contiene los sistemas de información (Pico Calva, 2021).

Para la atención de pacientes, se propone un framework formado por sensores de temperatura, sensor cardiovascular, sensor de pulso, módulo de posicionamiento, microcontrolador Arduino para adquisición y procesamiento de datos, los datos se envían a la nube y son visualizados por aplicación móvil (Kavitha et al., 2021).

El dispositivo IoT captura los datos del paciente como presión arterial, temperatura, la temperatura ambiente y la frecuencia cardíaca, y envía los datos en formato de voz al teléfono inteligente del médico en el momento que éste último lo requiere (Loza González, 2021); la atención médica tiene otra manera de enfocarse en el paciente; en hardware el dispositivo IoT utiliza sensor de temperatura, sensor de latidos del corazón, sensor de pulso, microcontrolador, pantalla, y batería (Modani et al., 2021).

En (Guravaiah et al., 2021) se propone una arquitectura para seguimiento de un paciente en cama, el sistema comprueba la temperatura de la habitación y datos del paciente, utiliza sensor

de temperatura, sensor de acelerómetro, sensor de pulso, sensor cardiaco y sensor de oxígeno; los datos capturados los envía al servidor en la nube, el médico puede seguir los datos mediante una aplicación móvil.

2.3. Estándar IEEE 2413

IEEE 2413 es un estándar de arquitectura para IoT se utiliza para iniciar la interacción heterogénea y la interoperabilidad entre sistemas-proveedores, proporciona pasos para unir los sistemas IoT y disminuir la fragmentación en la industria bajo tres primicias: a) proporcionar un framework seguro e interoperable para los sistemas IoT, b) un framework para la evaluación y comparación de sistemas IoT, y c) un framework para ayudar a acelerar el diseño, operación e implementación de sistemas IoT (IEEE-Standard 2413, 2022).

2.4. Estándar IEEE 1451-99

IEEE 1451-99 es un estándar que define un método para el intercambio, la interoperabilidad y la seguridad de datos a través de una red, aquí los sensores-actuadores y otros dispositivos pueden interoperar; el estándar utiliza el protocolo XMPP y se basaría en componentes de infraestructura, o puentes, con una interfaz estandarizada que proporciona conversión en tiempo real de IoT utilizados en entornos industriales, aquí no se utiliza interfaces gráficas (IEEE Standar 1451-99, 2022).

2.5. Estándar IEEE 1912

IEEE 1912 es un estándar que define una escala de privacidad y seguridad que aplica a los datos personales que se recopila, retiene, procesa o comparte por o entre aplicaciones implementadas en dispositivos de la nube; los datos de escala de privacidad entregan información para las herramientas de evaluación que los desarrolladores o usuarios de estas aplicaciones utilizan para descubrir-reconocer-implementar configuraciones de privacidad adecuadas para los niveles de datos personales residentes en estos dispositivos (IEEE Standar 1912, 2022).

3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta investigación es la revisión sistemática de la literatura basado en el estándar PRISMA (Elementos de informe preferidos para revisiones sistémicas y meta-análisis) que realiza una búsqueda en diferentes bases de datos, para certificar la revisión de una amplia gama de artículos, además se utiliza un enfoque de bola de nieve que es la revisión hacia atrás y hacia adelante, además la revisión de la literatura se ejecutan 3 etapas principales: planificación, realización y presentación de informes (Alamri et al., 2022) ver figura 1.



Figura 1. Etapas del proceso de revisión de la literatura

Fase 1: Planeación:

A. Identificación de necesidad de investigación

IoT se utiliza para proponer soluciones en el área de salud, algunas propuestas presentan los modelos con sus diseños, desarrollos y pruebas, otras propuestas solo presentan los diseños, también presentan los componentes que implican esos diseños, otros presentan los protocolos que utilizan, se debe destacar la metodología que aplican y la relación entre sus resultados; en

es esta revisión de la literatura se exploran los modelos IoT aplicados en atención hospitalaria para generar una imagen del diseño y desarrollo de IoT en salud.

B. Identificar preguntas de investigación

De acuerdo con los objetivos de la investigación se definen 5 preguntas principales de investigación (PI) de la siguiente manera:

PI1: ¿Cuáles son los objetivos de las investigaciones?

PI2: ¿Cuáles son los componentes de los modelos IoT en atención hospitalaria?

PI3: ¿Cuáles son los protocolos utilizados en los modelos?

PI4: ¿Cuáles son las metodologías comunes aplicadas?

PI5: ¿Cuáles son las características comunes en los resultados?

C. Desarrollar del protocolo de investigación

El protocolo contiene las siguientes actividades: (a) seleccionar las bases de datos o bibliotecas para ser revisadas, seleccionar las cadenas de búsqueda y tareas de inclusión/exclusión, (b) seleccionar los artículos relevantes y (c) evaluar la calidad proceso.

Las etapas Realización e Informes se desarrollan en el artículo académico.

Para evaluar y comparar los artículos con los estándares IEEE P2413, IEEE 1451-99 e IEEE P1912, se crea una tabla comparativa, si cumplen con el Estándar IEEE 2413 (adaptabilidad, controlabilidad, evolucionabilidad, factores humanos, identidad, mantenibilidad, mensurabilidad, supervisabilidad, físico, calidad, regulador, estandarización), si cumplen con el Estándar IEEE 1451-99 aplicando el protocolo XMPP, si cumplen con el Estándar IEEE 1912 si aplica privacidad y seguridad.

4. RESULTADOS

La revisión de la literatura utilizada tiene tres fases: planeación, realización e informes; la fase de planeación fue desarrollada en el capítulo metodología, y en este capítulo resultados se desarrollan las fases realización e informes.

Fase 2: Realización:

Identificar las investigaciones:

Fuentes de investigación: Para encontrar los artículos coherentes con las preguntas de investigación, se escogieron dos bases de datos en línea y de acceso para estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, las bases son IEEEExplore (<https://bibliotecas.ups.edu.ec:2095/Xplore/home.jsp>) y ACM Digital Library (<https://bibliotecas.ups.edu.ec:3396>). Estas bases de datos se utilizan para observar los artículos científicos sobre atención hospitalaria basada en IoT entre el año 2018 y 2022. Estas bases de datos tienen un gran dominio de investigación en IoT que involucra la ingeniería de computación y salud.

Cadena de búsqueda: Los términos son “Internet of Things”, “salud”, “cuidado hospitalario” y “asistencia hospitalaria”, “cuidado de salud” y se consideran como palabras clave, además se consideran otros términos parecidos o relacionados; además se utiliza “bola de nieve” hacia adelante para descubrir otras palabras relacionadas con “atención hospitalaria” y cerciorar que los términos comunes tengan cobertura. En las bases de datos se puede utilizar palabras claves con operadores booleanos o con espacios, las cadenas de búsqueda utilizadas son: (Internet of Things OR health), (Internet of Things OR hospital care), (Internet of Things OR hospital assistance), (Internet of Things OR health care), (IoT OR health), (IoT OR hospital care), (IoT OR hospital assistance), (IoT OR health care)

Seleccionar los estudios relevantes: La figura 2 representa el diagrama de flujo en la selección de artículos científicos mediante los estándares PRISMA, este método se utiliza para seleccionar los artículos relevantes. La cantidad de artículos seleccionados inicialmente fue de 161. Los criterios de inclusión-exclusión que se encuentran en la tabla 1, se aplica a los artículos. En la primera exclusión se sacaron los duplicados, no elegibles por otras razones, y se eliminaron 46 artículos. En esta selección de estos artículos, se excluyeron 27 artículos por sus temas y rápida lectura de resumen. No pudieron recuperar o bajar 19 artículos por tener

derechos exclusivos de otras universidades. Además, se descartaron 28 artículos por ser resúmenes, artículos pagados, artículos secundarios, fuera del alcance del tema. Finalmente se descarga y se leen los 41 artículos restantes para analizar y evaluar.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión	Exclusión
Idioma inglés	No escritos en idioma inglés
Artículos entre 2018 y 2022	Publicados antes del año 2018
Artículos primarios	Artículos secundarios
Tema sobre IoT atención hospitalaria	No incluyen IoT y atención hospitalaria

Fuente: Realizado por autora.

Verificar la calidad: De acuerdo con Kitchenham, evaluar la calidad es importante para minimizar el sesgo de los artículos seleccionados, la tabla 2 representa los criterios para evaluar la calidad y se utiliza para que los artículos seleccionados contesten las preguntas de investigación. La suma de todos los factores considerados en la lista de verificación debe ser al menos 1 punto. Si un artículo no obtiene la mínima puntuación de calidad de 1 entonces se excluye. Este procedimiento da como resultado 41 artículos para aplicar el análisis y discusión, ver figura 2.

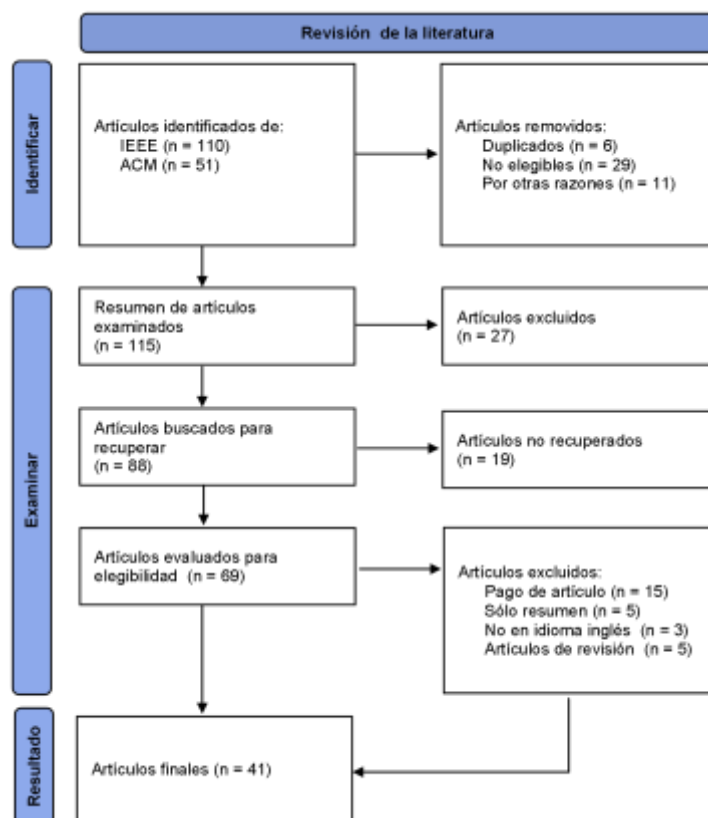


Figura 2. Modelo PRISMA para la elección de trabajos de relevancia

Extracción de datos y síntesis: En una hoja de cálculo se tabulan los 41 artículos seleccionados en varias aristas y cada arista tiene sus características, de cada arista se contestan las preguntas de investigación que son: *diseño de investigación*: diseño, desarrollo, costos, pruebas, recomendaciones. *Componentes de los modelos*: sensores, actuadores, microcontroladores, nube, aplicaciones informáticas. *Protocolos utilizados*: IEEE, esp8266, MQTT, GSM. *Metodologías aplicadas*: factores para un modelo, establecer técnicas y funcionalidades, características y condiciones del modelo, adaptación. *resultados*: relación entre la teoría, diseño, resultados y evaluación, Uso de técnicas de analíticas, resultados en determinados entornos y retroalimentación.

Tabla 2. Criterios de calidad que se abordan en el estudio

Factor	Sí	No
¿El estudio aborda al menos una de las preguntas de investigación?	1	0
¿La solución IoT es diseñada o implementada?	1	0
¿Se considera IoT en la arquitectura del sistema?	1	0
¿En la solución se evalúa el rendimiento?	1	0

Fuente: Realizado por autora.

Fase 3: Informes

Especificar la diseminación del método: Se presentan los artículos seleccionados de acuerdo con la metodología utilizada en esta investigación, los artículos se visualizan en la tabla 3.

Tabla 3. Artículos seleccionados

Año	Artículos
2018	(Almulhim & Zaman, 2018), (Jyothi et al., 2018), (Tejas et al., 2018), (Purri & Kashyap, 2018), (Zhang et al., 2018)
2019	(Yaacoub et al., 2019), (Kumar & Suresh, 2019), (Chowdary et al., 2019), (Banu et al., 2019), (Zemmoudj et al., 2019), (Patade et al., 2019)
2020	(Hewa et al., 2020), (Jing et al., 2020), (Hadjichristofi et al., 2020), (Ganesh et al., 2020), (Hossain et al., 2020), (Abdulameer et al., 2020)
2021	(Sainadh et al., 2021), (Bansal et al., 2021), (Kavitha et al., 2021), (Modani et al., 2021), (Kelli et al., 2021), (Ansari et al., 2021), (Ahmid & Kazar, 2021), (Abhishek et al., 2021), (Khan et al., 2021), (Cay et al., 2021), (Ravali & Lakshmi Priya, 2021), (Zhou et al., 2021), (Gera et al., 2021), (Asokan et al., 2021), (Vivek et al., 2021), (Aborujilah et al., 2021)
2022	(Baluprithviraj et al., 2022), (Swamy et al., 2022), (Maniktalia et al., 2022), (Zgallai et al., 2022), (Tebe et al., 2022), (Abdullah et al., 2022), (Gunasekar et al., 2022), (George et al., 2022)

Fuente: Realizado por autora.

Se agrupan por años para tener una idea de la producción investigativa, el año 2021 tiene más publicaciones sobre IoT en el ámbito hospitalario y salud, ver figura 3.

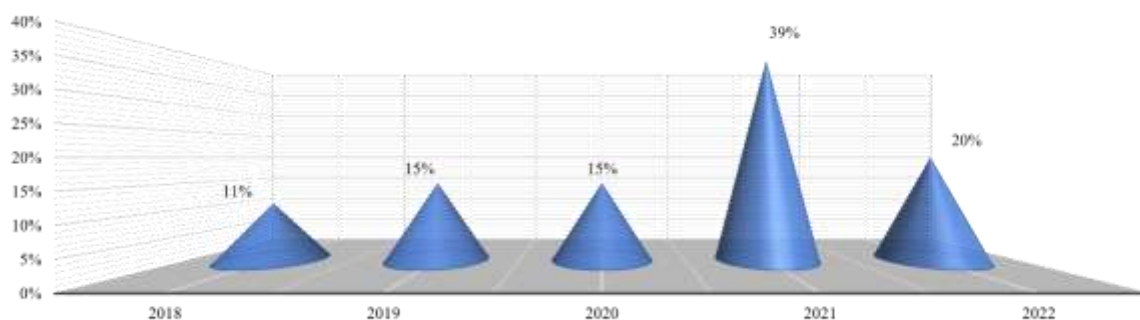


Figura 3. Artículos relevantes por años utilizados para el trabajo de revisión de literatura

Formatear el reporte

El formato del reporte es la presentación de las respuestas a las preguntas de investigación:

PI1: ¿Cuáles son los objetivos de las investigaciones? Los objetivos buscados en los 41 artículos, se obtiene las características en la siguiente distribución: el 9% tiene entre sus objetivos el diseño, el 63% tiene entre sus objetivos el desarrollo, sólo el 2% presenta sus costos en dinero, el 71% realiza las pruebas de los modelos, y el 49% de los artículos realiza recomendaciones sobre los modelos. La mayor parte de los artículos implementaron y probaron sus modelos, aunque los costos casi no se presentan, ver figura 4.

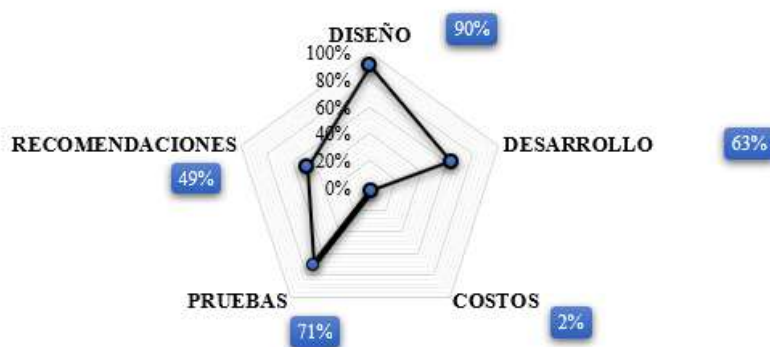


Figura 4. Objetivos de investigación en los trabajos relevantes hallados en porcentaje

PI2: ¿Cuáles son los componentes de los modelos IoT en atención hospitalaria? Los componentes de los modelos buscados en los 41 artículos están distribuidos de la siguiente manera: el 98% utilizan sensores, el 22% utilizan actuadores, el 76% utilizan microcontroladores, el 90% se utilizan la nube, y el 68% de los modelos utiliza aplicaciones informáticas. Esto significa que la mayor parte de los artículos, utilizan las características propias de IoT como sensores, actuadores, microcontroladores, nube y aplicaciones informáticas, ver figura 5.

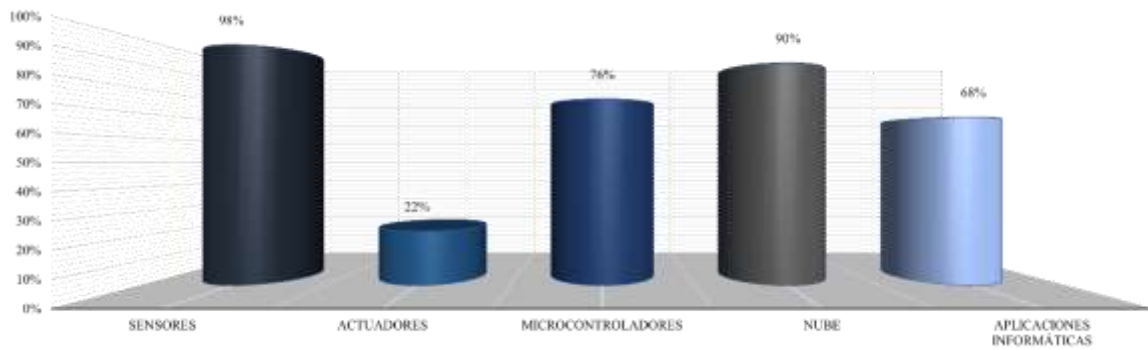


Figura 5. Componentes de los modelos IoT en porcentaje

PI3: ¿Cuáles son los protocolos utilizados en los modelos? Los protocolos encontrados en los 41 artículos están distribuidos de la siguiente manera: el 68% utiliza el protocolo IEEE, el 5% utiliza esp8266, el 7% utiliza MQTT, y el 20% utiliza GSM para comunicaciones. Esto significa que el estándar en protocolo utilizado es IEEE, ver figura 6.

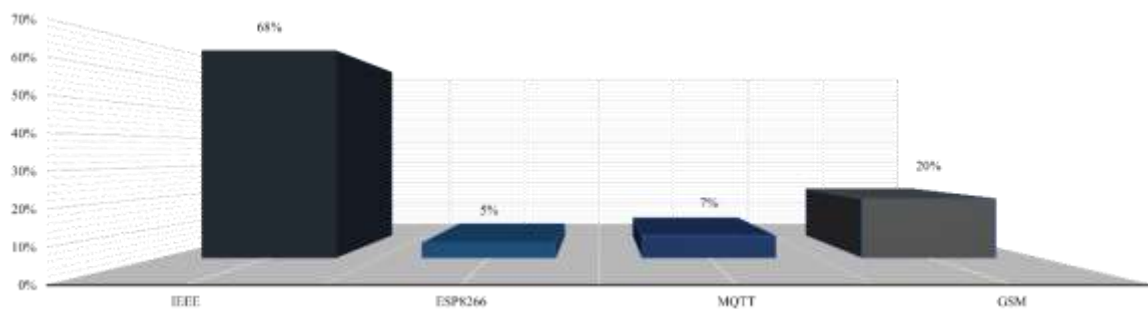


Figura 6. Protocolos utilizados en los modelos IoT en porcentajes

PI4: ¿Cuáles son las metodologías comunes aplicadas? Las metodologías utilizadas en los 41 artículos están distribuidas de la siguiente manera: el 80% aplica Factores para un modelo, el 83% aplica Establecer técnicas y funcionalidades, el 93% se encuentran Características y Condiciones del modelo, y el 76% aplica la Adaptación del modelo al dominio. Aquí domina la descripción de las características y funcionalidades específicas de los modelos, ver figura 7.

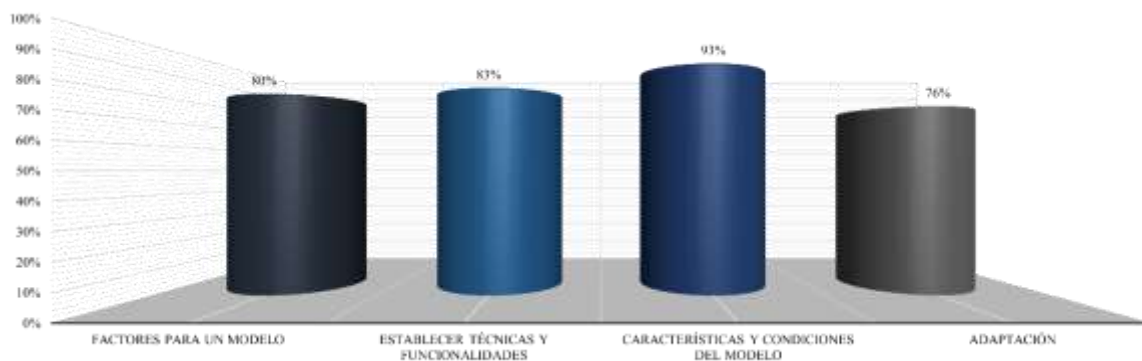


Figura 7. Metodologías aplicadas en los trabajos de investigación seleccionados en porcentaje

PI5: ¿Cuáles son las características comunes en los resultados? Las características encontradas en los 41 artículos están distribuidas de la siguiente manera: 85% en Relación entre la teoría, diseño, resultados y evaluación. 68% en Uso de técnicas de analíticas. 76% en Resultados en determinados entornos. El 34% si presenta alguna Retroalimentación en el artículo. Esto significa que las estructuras de los artículos están bien definidas para mejor entendimiento, ver figura 8.

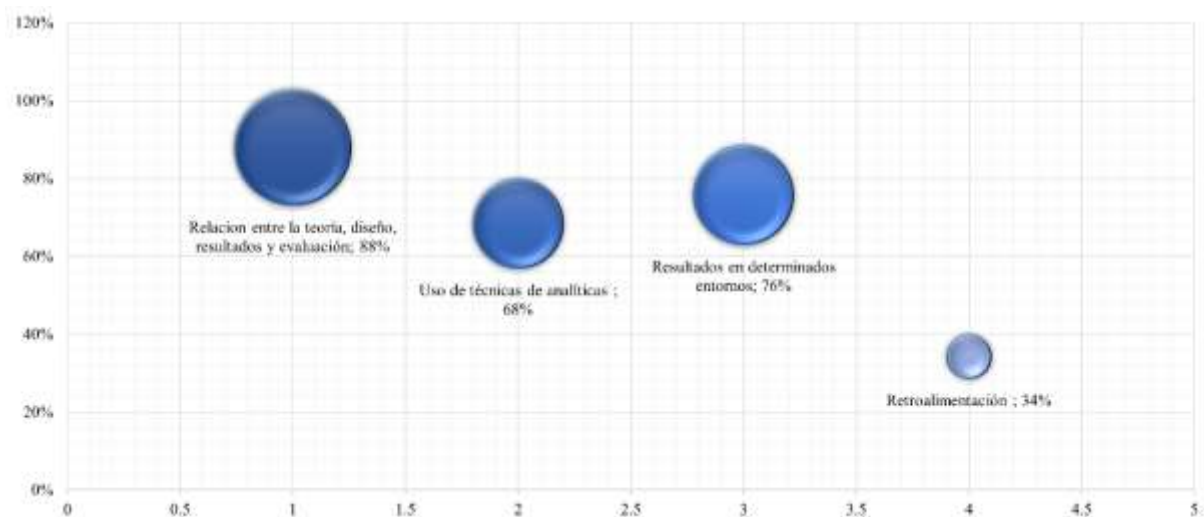


Figura 8. Características comunes encontradas en los modelos IoT en porcentaje

Evaluar el reporte

Para evaluar los resultados de la revisión de literatura se realiza una contrastación de los resultados mediante la generación de una tabla comparativa de acuerdo con los estándares IEEE P2413, IEEE 1451-99 e IEEE P1912.

La tabla 4 se presenta las características de los estándares que se buscaron en cada artículo o referencia, esto es si el artículo nombra o si tiene tal característica entonces se asigna el valor 1 que significa verdad. El Estándar IEEE 2413 mantiene las características: Adaptabilidad significa que el modelo responde al cambio, la Controlabilidad significa que existe actuadores, la Evolucionabilidad significa que el modelo se somete a cambios, Los Factores Humanos significa que el modelo se enfoca en la vida, La Identidad significa que el modelo identifica al paciente, la Mantenibilidad significa que el modelo es fácil mantenimiento, la Mensurabilidad significa que se emiten medidas, la Supervisabilidad significa que el modelo realiza seguimientos, el Físico significa que se presenta el hardware, la Calidad significa que se evalúa el modelo, el Regulador significa que los actuadores minimizan el impacto, la Estandarización significa que el modelo utiliza algún estándar. El Estándar IEEE 1451-99 es verdad si el artículo utiliza el protocolo XMPP. El Estándar IEEE 1912 se le asigna el valor 1 si aplica privacidad y seguridad.

Tabla 4. Tabla comparativa en los estándares

Referencia	IEEE 2413										IEEE 1912		
	ADAPTABILIDAD	CONTROLABILIDAD	EVOLUCIONABILIDAD	FACTORES HUMANOS	IDENTIDAD	MANTENIBILIDAD	MENSURABILIDAD	SUPERVISABILIDAD	FISICO	CALIDAD	REGULADOR	ESTANDARIZACION XMPP – IEEE 1451-99	PRIVACIDAD
1 (Almulhim, 2018)	1		1	1	1			1				1	1
2 (Jyothi et al., 2018)	1			1		1	1	1	1				1
3 (Tejas et al., 2018)	1			1		1	1	1		1			
4 (Purri & Kashyap, 2018)	1	1	1			1	1		1	1			
5 (Zhang et al., 2018)	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1
6 (Yaacoub et al., 2019)	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
7 (Kumar & Suresh, 2019)				1				1				1	
8 (Chowdary et al., 2019)	1		1	1	1	1	1	1	1				
9 (Banu et al., 2019)	1		1	1	1	1	1	1			1		
10 (Zemmoudj et al., 2019)							1			1		1	1
11 (Patade et al., 2019)	1	1	1	1		1		1	1		1	1	1
12 (Hewa et al., 2020)		1						1		1		1	1
13 (Jing et al., 2020)	1		1							1	1	1	1
14 (Hadjichristofi et al., 2020)				1									
15 (Ganesh et al., 2020)	1	1	1	1	1	1		1	1			1	1
16 (Hossain et al., 2020)	1	1		1	1	1	1	1	1				
17 (Abdulameer et al., 2020)	1	1		1	1	1	1	1	1	1			1
18 (Sainadh et al., 2021)	1		1	1		1	1	1	1			1	1
19 (Bansal et al., 2021)	1			1							1		1
20 (Kavitha et al., 2021)	1	1		1		1	1	1	1		1		1
21 (Modani et al., 2021)	1			1			1	1					
22 (Kelli et al., 2021)						1					1	1	1
23 (Ansari et al., 2021)	1		1	1	1						1	1	1
24 (Ahmid & Kazar, 2021)	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
25 (Abhishek et al., 2021)	1		1	1	1						1	1	1
26 (Khan et al., 2021)	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
27 (Cay et al., 2021)	1	1	1	1		1	1	1		1			
28 (Ravali, 2021)	1	1	1	1		1	1	1	1		1		
29 (Zhou et al., 2021)	1			1		1	1	1			1	1	1

30	(Gera et al., 2021)	1		1	1	1									1	1
31	(Asokan et al., 2021)	1	1	1	1		1	1	1		1				1	
32	(Vivek et al., 2021)	1	1	1	1		1	1		1	1					1
33	(Aborujilah et al., 2021)	1	1		1			1				1			1	1
34	(Baluprithviraj et al., 2022)	1			1		1	1	1							
35	(Swamy et al., 2022)	1			1		1	1	1	1		1			1	1
36	(Maniktalia et al., 2022)	1		1	1		1	1	1		1	1			1	1
37	(Zgallai et al., 2022)	1		1	1			1					1		1	1
38	(Tebe et al., 2022)	1		1	1	1							1			
39	(Abdullah et al., 2022)	1			1	1	1	1		1		1				
40	(Gumasekar et al., 2022)	1	1		1		1	1		1	1		1			
41	(George et al., 2022)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		36	16	23	36	16	26	21	28	24	11	9	25	0	23	22
		88%	39%	56%	88%	39%	63%	51%	68%	59%	27%	22%	61%	0%	56%	54%

Fuente: Realizado por autora.

De acuerdo con resultados obtenidos de IEEE 2413: la Adaptabilidad y los Factores Humanos más altos 88% cada uno, la Supervisabilidad con 68% y la Estandarización con 61% considerados por los artículos, esto significa que las adaptaciones de la tecnología IoT busca salvar vidas con vigilancia de los indicadores de salud aplicando estándares en los modelos. Le sigue la Mantenibilidad con 63%, el Físico con 59%, Mensurabilidad con 51% y Evolucionabilidad con 56%, esto significa que los cambios presentados en los modelos implementados miden la salud mediante indicadores que están en continua actualización. Le sigue la Controlabilidad con 39%, Identidad con 39%, Calidad con 27% y Regulador con 22%, esto significa que los modelos buscan controlar o reaccionar ante cambios de salud de pacientes plenamente identificados mediante controles de calidad y ayudar a regular la salud, ver figura 9.

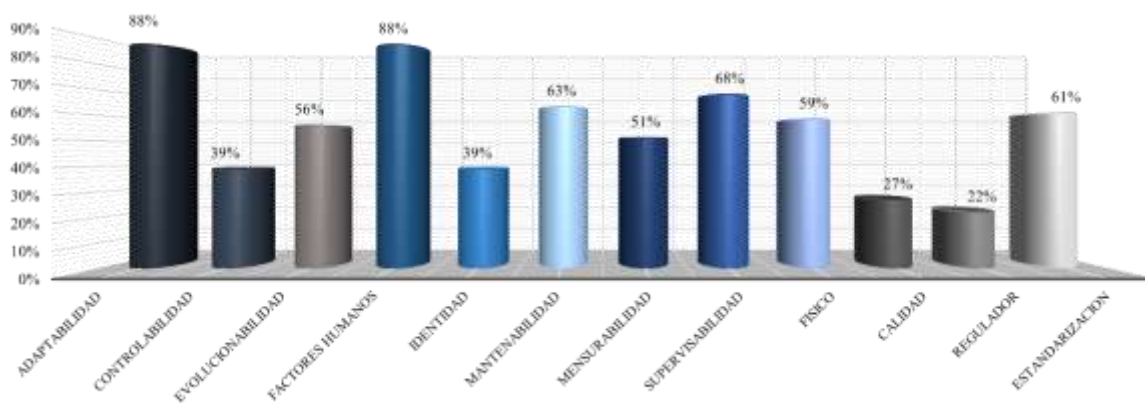


Figura 9. Factores determinados de acuerdo con el protocolo IEEE 2413

De acuerdo con resultados obtenidos de IEEE 1912: en los 41 artículos se aplica la privacidad en 56% de las investigaciones, y se aplica la seguridad en 54% de las investigaciones; esto significa que al menos en 55% de los modelos la privacidad y seguridad son factores importantes en el diseño o implementación, ver figura 10.

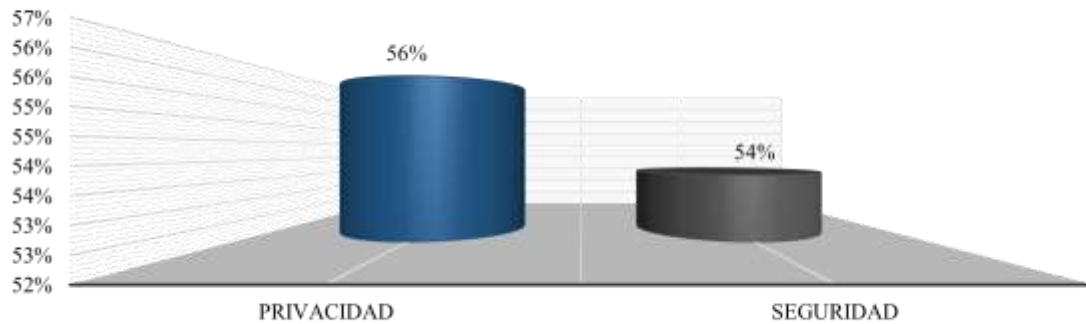


Figura 10. Factores destacados del protocolo IEEE 1912

De acuerdo con resultados obtenidos de IEEE 1451-99: Ninguno de los artículos aplica o utiliza el protocolo XMPP, pero si aplican otros protocolos como IEEE, esp8266, MQTT y GSM con el 68%, 5%, 7% y 20% respectivamente.

5. DISCUSIÓN

Las preguntas de investigación son contestadas de manera satisfactoria por los 41 artículos seleccionados mediante la metodología PRISMA, la revisión sistemática adoptada nos ayudó a generar un documento estructurado y entendible para que futuros investigadores sobre IoT en atención hospitalaria tengan una guía adicional en la definición de modelos o arquitecturas.

En los 41 artículos seleccionados se verifica la utilización de los estándares IEEE 2413, IEEE 1912 y IEEE 1451-99. En IEEE 2413 la Adaptabilidad, Factores Humanos, Supervisabilidad y la Estandarización son las características más relevantes en los modelos, pero la evaluación en Calidad y Regulación son características aun bajas; al parecer se hace necesario considerar la evaluación en la calidad de cualquier modelo IoT que se propone. En IEEE 1912 sólo 15 artículos aplican Privacidad y Seguridad en conjunto. Ningún artículo utiliza el estándar 1451-99 que trata sobre la utilización del protocolo XMPP que es el traspaso de información en formato XML.

El componente principal y utilizado en los modelos son los sensores en 98%, el protocolo más utilizado es IEEE en 68%, la metodología más utilizada es la presentación de características y condiciones del modelo en 93%, la característica común en los artículos es la Relación entre la teoría, diseño, resultados y evaluación en 85%.

Esta investigación no evalúa la parte de los componentes internos de los modelos IoT como sensores, actuadores, red, almacenamiento, tipos de indicadores o costos de los modelos, solo verifica si los utiliza o no; no se evalúa los indicadores de salud u otras tecnologías que se pueden utilizar en conjunto con IoT.

En el diseño de un sistema IoT se debe considerar que los usuarios se adapten al entorno siempre que sea nuevo, pero si es un entorno heredado los usuarios prefieren que la tecnología se adapte a su entorno; un factor importante son los costos de diseño-implementación-mantenimiento de los sistemas IoT y que las entidades puedan responder financieramente para utilizar o explotar la información que se genera.

6. CONCLUSIÓN

Una IoT se presenta como una integración de sensores interconectados a Internet para generar datos útiles sobre la salud y hacer que los actuadores controlen o avisen sobre los parámetros a los encargados como doctores o enfermeras; esta tecnología ayuda en el bienestar físico de las personas para detectar posibles problemas.

El objetivo principal de esta investigación fue brindar una visión general del uso de IoT en la atención médica e informar el alcance sobre los objetivos, componentes de los modelos, protocolos utilizados, metodologías y características comunes en los resultados; se dio prioridad a artículos científicos para el análisis de los modelos diseñados e implementados en IoT.

El IoT continúa creciendo y son varias las inversiones en muchos dominios existen nuevos desafíos en seguridad, confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información que genera esta tecnología; los datos de salud son muy delicados como los datos financieros, y la seguridad debería ser considerada en la fase de diseño de todo modelo.

REFERENCIAS

- Abdulameer, T. H., Ibrahim, A. A., & Mohammed, A. H. (2020). Design of Health Care Monitoring System Based on Internet of Thing (IOT). *4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, ISMSIT 2020 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ISMSIT50672.2020.9254291>
- Abdullah, M. I., Raya, L., Norazman, M. A. A., & Suprihadi, U. (2022). Covid-19 Patient Health Monitoring System Using IoT. *2022 IEEE 13th Control and System Graduate Research Colloquium, ICSGRC 2022 - Conference Proceedings, July*, 155–158. <https://doi.org/10.1109/ICSGRC55096.2022.9845162>
- Abhishek, A., Suman, N., Priya, R., Kumar, A., & Utsav, A. (2021). A Complete Telemetry Solution for COVID-19 Infected Person by Using IoT. *2021 6th International Conference on Recent Trends on Electronics, Information, Communication and Technology, RTEICT 2021*, 51–54. <https://doi.org/10.1109/RTEICT52294.2021.9573887>
- Aborujilah, A., Elsebaie, A. E. F. M., & Mokhtar, S. A. (2021). IoT MEMS: IoT-Based Paradigm for Medical Equipment Management Systems of ICUs in Light of COVID-19 Outbreak. *IEEE Access*, 9, 131120–131133. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3069255>
- Ahmid, M., & Kazar, O. (2021). A Cloud-IoT Health Monitoring System Based on Smart Agent for Cardiovascular Patients. *2021 International Conference on Information Technology, ICIT 2021 - Proceedings*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICIT52682.2021.9491113>
- Alamri, B., Crowley, K., & Richardson, I. (2022). Blockchain-Based Identity Management Systems in Health IoT: A Systematic Review. *IEEE Access*, 10, 59612–59629. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3180367>
- Alamsyah, Subito, M., & Amir, A. (2020). Design System Body Temperature and Blood Pressure Monitoring Based on Internet of Things. *2020 3rd International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2020*, 276–279. <https://doi.org/10.1109/ICOIACT50329.2020.9331968>
- Almulhim, M., & Zaman, N. (2018). Proposing secure and lightweight authentication scheme for IoT based E-health applications. *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT, 2018-Febru*, 481–487. <https://doi.org/10.23919/ICACT.2018.8323802>
- Ansari, U. E. H., Ekpo, S. C., Uko, M. C., Altaf, A., Zafar, M., Enahoro, S., Okpalugo, O. A., & Sowande, O. A. (2021). 5G enabled Mobile Operating Hospital and Emergency Care Service. *2021 IEEE 21st Annual Wireless and Microwave Technology Conference, WAMICON 2021*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/WAMICON47156.2021.9443613>
- Asokan, A., Priyanka, B., Thenmozhi, S., & Sumathi, K. (2021). IoT Based Healthcare System for Emergency Medical Services. *Proceedings of the 5th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA 2021, Iceca*, 480–482. <https://doi.org/10.1109/ICECA52323.2021.9675896>
- Ayala Carabajo, R. (2016). Social science and humanities research training based on van manen's hermeneutic phenomenological approach within the hispanic american context. *Educacion XXI*, 19(2), 359–381. <https://doi.org/10.5944/educXXI.13945>
- Ayala Carabajo, Raquel, & Llerena Izquierdo, J. (2017). *Tercer Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14450>
- Baluprithviraj, K. N., Harini, R., Janarthanam, M. M., & Jasodhasree, C. (2022). Design and Development of Smart Saline Level Indicator for Healthcare using IoT. *2022 Second International Conference on Artificial Intelligence and Smart Energy (ICAIS)*, 1302–1307. <https://doi.org/10.1109/ICAIS53314.2022.9742794>
- Bansal, M., Chopra, T., & Biswas, S. (2021). Organ Simulation and Healthcare Services: An Application of IoT. *Proceedings of the 6th International Conference on Inventive Computation Technologies, ICICT 2021*, 205–208. <https://doi.org/10.1109/ICICT50816.2021.9358677>
- Banu, R., Taranum, A., Kirti, D., Jagadeesh, M., Nagaranjini, K. S., & Thejaswini, N. (2019). An iot enabled smart health care kit for expedite living. *2019 International Conference on Intelligent*

- Computing and Control Systems, ICCS 2019, Icccs*, 1200–1204. <https://doi.org/10.1109/ICCS45141.2019.9065329>
- Barberán Vizueta, M. S., & Chela Criollo, J. K. (2021). *Prótesis impresas en 3D y aplicativo móvil de geolocalización: Caso de Estudio Novus Spem*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20293>
- Carvajal Nagua, K. A., & Solano Cedeño, C. S. (2021). *Desarrollo de una Aplicación Web para el Control de citas y manejo de historial médico en la Unidad Médica Family care de la ciudad de Guayaquil*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20905>
- Cay, G., Solanki, D., Ravichandran, V., Hoffman, L., Laptook, A., Padbury, J., Salisbury, A. L., & Mankodiya, K. (2021). Baby-Guard: An IoT-based Neonatal Monitoring System Integrated with Smart Textiles. *Proceedings - 2021 IEEE International Conference on Smart Computing, SMARTCOMP 2021*, 129–136. <https://doi.org/10.1109/SMARTCOMP52413.2021.00038>
- Chowdary, K. C., Lokesh Krishna, K., Prasad, K. L., & Thejesh, K. (2019). An efficient wireless health monitoring system. *Proceedings of the International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud), I-SMAC 2018*, 373–377. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC.2018.8653716>
- Ganesh, D., Seshadri, G., Sokkanarayanan, S., Bose, P., Rajan, S., & Sathiyarayanan, M. (2020). AutoImpilo: Smart Automated Health Machine using IoT to Improve Telemedicine and Telehealth. *Proceedings of the International Conference on Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics, ICSTCEE 2020*, 134–138. <https://doi.org/10.1109/ICSTCEE49637.2020.9277223>
- George, D. E., Jose, A., Abishek, K. B., Rajeev, A., Kabeer, M., & Bobby, A. T. (2022). IoT Based Emergency Communication System for Medical Transportation. *Proceedings of International Conference on Computing, Communication, Security and Intelligent Systems, IC3SIS 2022*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/IC3SIS54991.2022.9885496>
- Gera, S., Mridul, M., & Sharma, S. (2021). IoT based Automated Health Care Monitoring System for Smart City. *Proceedings - 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2021, Iccmc*, 364–368. <https://doi.org/10.1109/ICCMC51019.2021.9418487>
- Gunasekar, T., Karthikeyan, J., Manivannan, G., Saran, M. S. K., & Gokul, K. R. (2022). IoT Based Patient Safety Monitoring System in Hospitals. *2022 2nd International Conference on Power Electronics and IoT Applications in Renewable Energy and Its Control, PARC 2022*, 22–25. <https://doi.org/10.1109/PARC52418.2022.9726617>
- Guravaiah, K., Jyothika, B., & Kavitha, A. (2021). IoT based monitoring and Bedsores Prevention System for Bed Ridden Patients. *2021 International Conference on Computational Performance Evaluation, ComPE 2021*, 381–386. <https://doi.org/10.1109/ComPE53109.2021.9752351>
- Hadjichristofi, G., Varveris, G., & Katzis, K. (2020). Assessing Trustworthiness of IoT-Health Devices in Hospital Environments. *2020 8th International Conference on Communications and Networking, ComNet2020 - Proceedings*, 5–9. <https://doi.org/10.1109/ComNet47917.2020.9306089>
- Hewa, T., Braeken, A., Ylianttila, M., & Liyanage, M. (2020). Multi-Access Edge Computing and Blockchain-based Secure Telehealth System Connected with 5G and IoT. *2020 IEEE Global Communications Conference, GLOBECOM 2020 - Proceedings, 2020-Janua*. <https://doi.org/10.1109/GLOBECOM42002.2020.9348125>
- Hossain, M. A., Hossain, M. E., Qureshi, M. J. U., Sayeed, M. A., Uddin, M. A., Jinan, U. A., & Hossain, M. A. (2020). Design and Implementation of an IoT Based Medical Assistant Robot (Aido-Bot). *Proceedings of 2020 IEEE International Women in Engineering (WIE) Conference on Electrical and Computer Engineering, WIECON-ECE 2020*, 17–20. <https://doi.org/10.1109/WIECON-ECE52138.2020.9397958>
- IEEE-Standar 2413. (2022). *Estandar 2413*.
- IEEE Standar 1451-99. (2022). *IEEE 1451-99* (p. 1). <https://standards.ieee.org/ieee/1451.99/10355/>
- IEEE Standar 1912. (2022). *IEEE 1912*. <https://standards.ieee.org/ieee/1912/10174/>
- INEC. (2021). *Ecuador Estadísticas Atención Hospitales* (p. 1).

- <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/camas-y-egresos-hospitalarios/>
- Jing, S., Xiao, R., Shan, T., Wang, Z., & Liu, Y. (2020). Application Practice of Smart Hospital Based on IoT Cloud Platform. *2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan, ICCE-Taiwan 2020*, 4–5. <https://doi.org/10.1109/ICCE-Taiwan49838.2020.9258204>
- Jyothi, N. A., Parimala, K. S., & Yerraboina, S. (2018). Application of IoT in Monitoring Patient's Health Ward Relevant Parameters. *Proceedings of the 3rd International Conference on Inventive Computation Technologies, ICICT 2018*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICICT43934.2018.9034265>
- Kavitha, B. C., Reddy, K. V., Kumar, U. J., Sivakrishna, K., Sankaran, K. S., & Vimala Rani, G. (2021). IOT Based Remote Health Monitoring System. *2021 International Conference on Computational Performance Evaluation, ComPE 2021*, 209–212. <https://doi.org/10.1109/ComPE53109.2021.9751721>
- Kelli, V., Sarigiannidis, P., Argyriou, V., Lagkas, T., & Vitsas, V. (2021). A Cyber Resilience Framework for NG-IoT Healthcare Using Machine Learning and Blockchain. *IEEE International Conference on Communications*. <https://doi.org/10.1109/ICC42927.2021.9500496>
- Khan, M. R., Munir, F., & Huang, C. (2021). *An IoT-enabled Automated Tight-Glycemic-control System for Intensive Care*.
- Kumar, J. N. A., & Suresh, S. (2019). A Proposal of smart hospital management using hybrid Cloud, IoT, ML, and AI. *Proceedings of the 4th International Conference on Communication and Electronics Systems, ICCES 2019, Icces*, 1082–1085. <https://doi.org/10.1109/ICCES45898.2019.9002098>
- Lindao Guevara, R. A. (2023). *Desarrollo web para la gestión y control de prevención de riesgos laborales para la empresa Biofactor SA*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24171>
- Llerena-Izquierdo, J., & Ayala-Carabajo, R. (2022). Inventory of ICTs for learning in engineering for emergency virtual teaching by COVID-19. *2022 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE53672.2022.9782389>
- Llerena-Izquierdo, J., Barberan-Vizueta, M., & Chela-Criollo, J. (2020). Novus spem, 3D printing of upper limb prosthesis and geolocation mobile application. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 2020(E33), 127–140.
- Loza González, G. A. (2021). *Factores críticos de éxito en la aplicación de la IOT al Sector Agropecuario*.
- Maniktalia, R., Tanwar, S., Billa, R., & Deepa, K. (2022). IoT Based Drip Infusion Monitoring System. *2022 IEEE Delhi Section Conference, DELCON 2022*, 0–5. <https://doi.org/10.1109/DELCON54057.2022.9753052>
- Martinez, M. A. Q., Espinoza, H. F. V., Vazquez, M. Y. L., & Rios, M. D. G. (2020). Feasibility analysis proposal for an iot infrastructure for the efficient processing of data in agriculture, case study on cocoa. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E32, 413–426.
- 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
- Modani, B., Sagar, & Pretty Diana Cyril, C. (2021). IoT based Voice Controlled Smart Health Sensor System. *Proceedings of the 5th International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud), I-SMAC 2021*, 263–266. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC52330.2021.9641036>
- Patade, A. S., Gandhi, H. P., & Sharma, N. (2019). IOT Solutions for Hospitals. *2019 11th International Conference on Communication Systems and Networks, COMSNETS 2019*, 2061, 813–816. <https://doi.org/10.1109/COMSNETS.2019.8711425>
- Pesantes Espinoza, M. A. (2021). *Diseño de una arquitectura IOT aplicado a una Infraestructura tecnológica educativa con 5g*.
- Pico Calva, S. A. (2021). *Estudio de factibilidad de una infraestructura IOT para el tratamiento eficiente de los datos en la acuicultura en la provincia del Guayas*.
- Purri, S., & Kashyap, N. (2018). Augmenting Health Care System Using Internet of Things. *2018 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, 509–513. <https://doi.org/10.1109/CONFLUENCE.2018.8443002>

- Ravali, S., & Lakshmi Priya, R. (2021). Design and Implementation of Smart Hospital using IoT. *Proceedings - 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2021, Iccmc*, 460–465. <https://doi.org/10.1109/ICCMC51019.2021.9418296>
- Rodríguez Pesantes, R. P. (2021). *Seguridad en dispositivos IOT en Organizaciones de América Latina*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20970>
- Sainadh, A. V. M. S., Mohanty, J. S., Sushrutan, B. P., Teja, G. V., & Bhogal, R. K. (2021). IoT enabled real-time remote health monitoring system. *Proceedings - 5th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2021, Iciccs*, 428–433. <https://doi.org/10.1109/ICICCS51141.2021.9432103>
- Swamy, T. J., Krishna, G. P., Valiveti, H. B., & Chaitanya, D. L. (2022). Novel IoT Based Health Monitoring and Management System For Rural People. *2022 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2022*. <https://doi.org/10.1109/ICCCI54379.2022.9740873>
- Tebe, P. I., Wen, G., Li, J., Yang, Y., Tian, W., Chong, J., & Zhang, W. (2022). 5G-Enabled Medical Data Transmission in Mobile Hospital Systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(15), 13679–13693. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3143873>
- Tejas, C., Tejashwini, V., & Murari, V. (2018). Assistive technology: An IoT based device for physically challenged people and hospital inmates. *2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology, RTEICT 2018 - Proceedings*, 1906–1911. <https://doi.org/10.1109/RTEICT42901.2018.9012369>
- Vallejo Pimentel, N. N. (2022). *Estudio de factibilidad de las tecnologías de IOT para el rastreo y monitoreo de vehículos*.
- Vazquez, M. Y. L., Arteaga, B. S. M., López, J. A. M., & Martinez, M. A. Q. (2020). Design of an IOT architecture in medical environments for the treatment of hypertensive patients. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, E33*, 188–200.
- Viera Vallejo, P. P. (2023). *Modelo de conectividad en la gestión de ventas y pagos para pequeñas empresas basado en IOT*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24176>
- Vivek, P. S., Rahul, P. V. S., Dyuthy E., S., & Yadav, S. (2021). IoT Based Smart Nursing System for Bedridden Patients. *Proceedings - 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication, ICOSEC 2021*, 541–545. <https://doi.org/10.1109/ICOSEC51865.2021.9591707>
- Yaacoub, E., Abualsaud, K., Khattab, T., Guizani, M., & Chehab, A. (2019). Secure mHealth IoT data transfer from the patient to the hospital: A three-tier approach. *IEEE Wireless Communications*, 26(5), 70–76. <https://doi.org/10.1109/MWC.2019.1800590>
- Zemmoudj, S., Bermad, N., & Omar, M. (2019). CAPM: Context-aware privacy model for IoT-based smart hospitals. *2019 15th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference, IWCMC 2019*, 1139–1144. <https://doi.org/10.1109/IWCMC.2019.8766630>
- 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>
- Zgallai, W. A., Mahdi, A., Hamad, A., Saleh, K., Abdulla, M., & Ahmed, N. (2022). Electronic medical records integration in the UAE utilizing RFID and IOT. *2022 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences, ASET 2022*. <https://doi.org/10.1109/ASET53988.2022.9735115>
- Zhang, H., Li, J., Wen, B., Xun, Y., & Liu, J. (2018). Connecting intelligent things in smart hospitals using NB-IoT. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(3), 1550–1560. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2792423>
- Zhou, R., Zhang, X., Wang, X., Yang, G., Guizani, N., & Du, X. (2021). Efficient and Traceable Patient Health Data Search System for Hospital Management in Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(8), 6425–6436. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3028598>