



Universidad del sureste

INFLUENCIA DEL INTERNET DE LAS COSAS Y SU IMPACTO EN LA SALUD DESPUES DE LA PANDEMIA EN CHIAPAS

INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Comitán de Dominguez, Chiapas

Autora:Sofia Pereyra Orantes

Tutora: Luz Elena Cervantes
Monroy

**INFLUENCIA DEL INTERNET DE LAS COSAS Y SU IMPACTO EN LA SALUD
DESPUES DE LA PANDEMIA EN CHIAPAS**

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

DEDICATORIA

A mi madre

Quien me ha brindado el apoyo incondicionalmente, motivándome y guiándome en el camino. A lo largo de mi vida académica , ha estado a lado , dispuesta a ayudarme, y buscando soluciones⁴ a cualquier obstáculo.

A mi hermana

Miranda quien ha sido mi más grande motivación en la vida, ha sido quien ha estado para mi sin importar el momento, me ha apoyado y ha creído en mí, me ha enseñado a ser perseverante y a lograr mis metas.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia que ha estado para mi en momentos buenos y malos en mi vida, a mis amigos Alejandra, Fernando, Zhulma y Sofia por siempre sacarme una sonrisa y enseñarme a demostrar de lo que soy capaz de hacer, gracias por todas las risas quienes han estado ahí para aconsejarme y darme un poco de su conocimiento para hacer grandes cosas.

RESUMEN

Este proyecto presenta un análisis profundo de la influencia del internet de las cosas que su impacto en la salud. Se llevará a cabo un analisis profundo utilizando gráficas, y estadísticas actuales , representando las ventaja y desventaja que esto conlleva en la sociedad, las tendencias de consumo , la percepción en la ciencia y en la salud , los hábitos de consumo , donde se evaluará los aspectos técnicos;económicos , la capacidad de integrarse y crecer en diferentes contextos y aplicaciones.

Es necesario que las personas especializadas conozca los beneficios ya que plantea un desafío relacionado con la seguridad y la privacidad, entre más dispositivos conectados significan más puntos potenciales de acceso a datos personales, a medida que más objetos se conectan a la red, es necesario asegurarse de que la información esté protegida y el uso de estas tecnologías sea responsable.

INDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
HIPOTESIS	9
VARIABLES	10
Variables independientes:	10
Variables dependientes:	10
JUSTIFICACION.....	12
MARCO DE LA INVESTIGACIÓN	15
Capítulo I : Antecedentes en el sector salud	20
Capítulo II: Impacto de la Pandemia en la infraestructura Sanitaria en Chiapas	35
Capítulo III: Implementación del internert de las cosas en Salud Post-Pandemia en Chiapas.....	49
Capítulo IV: Análisis del impacto del Internet de las cosas en la calidad de vida y atención médica en Chiapas	65

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Internet de las Cosas (IoT) ha transformado significativamente nuestras vidas, haciendo que diversos dispositivos, desde electrodomésticos hasta sistemas de transporte, estén interconectados para hacer más eficientes las actividades cotidianas y profesionales. Sin embargo, con el rápido crecimiento del IoT surgen una serie de problemas y desafíos que necesitan ser abordados para garantizar su adopción segura y responsable.

El uso de IoT en la salud está en gran parte sin regular en muchas partes del estado. Por ejemplo, si un dispositivo IoT mal configurado causa un error médico o compromete la seguridad de un paciente, es necesario establecer claramente quién es responsable, si el fabricante, el proveedor de servicios de salud o el paciente.

A su vez, el uso ético de los datos reportados en la bibliografía por dispositivos IoT médicos plantea cuestiones delicadas. ¿Cómo se deben utilizar esos datos? ¿Qué pasa con la recopilación continua de información sobre la salud de un paciente, que podría ser utilizada para fines comerciales o de investigación sin el consentimiento adecuado? .

¿Qué medidas regulatorias deben implementarse para asegurar que los datos recopilados por los dispositivos IoT se utilicen de manera ética y transparente?

HIPOTESIS

“El uso del Internet de las Cosas (IoT) en el sector de la salud mejora la calidad de la atención médica, la eficiencia en la gestión de enfermedades crónicas y la toma de decisiones clínicas, siempre y cuando se implementen soluciones adecuadas para garantizar la seguridad de que el diagnóstico sea rápido, la interoperabilidad de los dispositivos y el acceso equitativo a la tecnología.”

Si se implementan soluciones adecuadas en términos de diagnósticos rápidos y eficientes, interoperabilidad y accesibilidad, el IoT en salud podría tener un impacto positivo significativo. Sin embargo, también resalta que, sin estas garantías, los beneficios del IoT podrían verse opacados por los riesgos que conlleva el manejo de información médica sensible y la exclusión tecnológica.

VARIABLES

Variables se dividen en dos tipos principales: Variables independientes (que son las que se manipulan o se consideran como factores de influencia) y variables dependientes (que son las que se observan o se miden para evaluar el impacto de las variables independientes).

Variables independientes:

Las variables independientes son los factores que se suponen tienen un impacto en los resultados observados en la salud a través del uso del IoT. En este caso, serían:

1. **Medidas de seguridad de los dispositivos IoT:** Esto incluye la implementación de medidas como cifrado de datos, autenticación de dispositivos, actualizaciones de software, y protocolos de seguridad robustos para proteger la información de los pacientes.
2. **Interoperabilidad de los dispositivos IoT en salud:** La capacidad de los dispositivos de salud IoT para comunicarse e integrarse con otros dispositivos, plataformas electrónicas de registros médicos, y sistemas de atención médica (como plataformas de telemedicina o sistemas hospitalarios centralizados).
3. **Acceso equitativo a la tecnología:** Esto se refiere a la disponibilidad de los dispositivos IoT de salud en diferentes grupos socioeconómicos y regiones geográficas, garantizando que los pacientes, independientemente de su contexto, puedan utilizar estas tecnologías.

Variables dependientes:

Las variables dependientes son los resultados que se miden para evaluar el impacto de las variables independientes en la salud. En este caso, las variables dependientes serían:

1. **Calidad de la atención médica:** Esto puede medirse a través de indicadores como la precisión de los diagnósticos, la velocidad de respuesta a emergencias médicas, o la personalización del tratamiento.
2. **Eficiencia en la gestión de enfermedades crónicas:** Se podría medir mediante la mejora en los resultados de salud de pacientes con enfermedades crónicas (como control de glucosa en pacientes diabéticos, control de la presión arterial en pacientes hipertensos, etc.), la frecuencia de hospitalizaciones o la cantidad de eventos adversos relacionados con estas condiciones.
3. **Toma de decisiones clínicas más eficiente:** Esto se puede medir a través de indicadores como la rapidez con la que los médicos toman decisiones basadas en datos de los dispositivos IoT, la reducción de errores médicos o la capacidad de hacer diagnósticos más precisos gracias a los datos en tiempo real proporcionados por los dispositivos conectados.

Relación entre las variables:

- Las variables independientes (seguridad, interoperabilidad y acceso equitativo) influyen directamente en las variables dependientes (calidad de la atención médica, eficiencia en la gestión de enfermedades crónicas y toma de decisiones clínicas). Si las medidas de seguridad son robustas, los dispositivos son interoperables y accesibles para más personas, se espera que haya una mejora en la calidad de la atención, en la eficiencia de la gestión de enfermedades crónicas y en la toma de decisiones clínicas.

JUSTIFICACION

El uso del Internet de las Cosas (IoT) en el sector de la salud presenta una oportunidad única para transformar el cuidado de los pacientes, mejorar la eficiencia de los sistemas de salud y optimizar la toma de decisiones clínicas. Esta justificación busca resaltar la relevancia de adoptar tecnologías IoT en la salud.

1. Mejora en la atención y monitoreo de pacientes

El IoT en salud permite un monitoreo constante y en tiempo real de la condición de los pacientes, lo que reduce la dependencia de visitas físicas al médico y permite una detección temprana de problemas de salud. Dispositivos como monitores de glucosa, sensores de ritmo cardíaco o dispositivos de presión arterial conectados pueden proporcionar datos continuos, lo que facilita la identificación temprana de riesgos o el ajuste rápido del tratamiento, especialmente en enfermedades crónicas como la diabetes, la hipertensión y trastornos cardíacos.

Esta mejora en el monitoreo de la salud puede resultar en una atención más personalizada y eficiente, reduciendo complicaciones y evitando hospitalizaciones innecesarias. Esto es fundamental en un contexto donde los sistemas de salud están cada vez más sobrecargados y la prevención es clave para reducir los costos asociados con enfermedades, o en todo caso a una negligencia.

2. Optimización de los recursos médicos y eficiencia del sistema de salud

El uso del IoT puede mejorar significativamente la eficiencia operativa de los hospitales y centros de salud. Al permitir el monitoreo remoto de los pacientes y la recolección de datos en tiempo real, los profesionales de la salud pueden tomar decisiones más informadas y rápidas, lo que reduce la necesidad de

intervenciones físicas y aumenta el tiempo disponible para tratar a más pacientes.

Los dispositivos IoT pueden ayudar a optimizar el uso de recursos médicos, como camas de hospital, equipos médicos y personal. Por ejemplo, el seguimiento remoto de los pacientes en lugar de su presencia constante en el hospital reduce la presión sobre los recursos físicos, permitiendo que los hospitales manejen un mayor número de pacientes sin comprometer la calidad de atención.

3. Gestión más eficiente de enfermedades crónicas

Uno de los beneficios más notables del IoT en salud es su capacidad para gestionar enfermedades crónicas de manera más eficiente. Los pacientes con enfermedades crónicas, como diabetes, hipertensión o enfermedades respiratorias, requieren monitoreo constante para evitar complicaciones. Con el IoT, se pueden recopilar datos continuos sobre la salud de estos pacientes, lo que permite ajustar los tratamientos en tiempo real y reducir la frecuencia de hospitalizaciones.

La recopilación constante de datos puede ayudar a prevenir episodios críticos o complicaciones graves, lo que disminuye los costos médicos y mejora la calidad de vida del paciente.

4. Mejora en la toma de decisiones clínicas

La toma de decisiones informada es uno de los pilares fundamentales de la medicina moderna. Los dispositivos IoT proporcionan datos precisos y en tiempo real, lo que permite a los médicos realizar diagnósticos más rápidos y precisos, y ajustar los tratamientos de acuerdo con el estado actualizado del paciente. Esto es especialmente relevante en situaciones de emergencias médicas, donde el tiempo de respuesta es crucial.

5. Reducción de la brecha en el acceso a la salud

Una de las grandes promesas del IoT es su capacidad para reducir el acceso a la atención médica, especialmente en áreas rurales o menos favorecidas. Los dispositivos de monitoreo remoto permiten que los pacientes reciban atención de calidad sin tener que desplazarse largas distancias. Esto es crucial en países en desarrollo o en regiones donde el acceso a especialistas es limitado.

Al mejorar el acceso a la atención médica de calidad mediante tecnologías IoT, es posible ofrecer un cuidado más equitativo y cercano a la población, independientemente de su ubicación geográfica.

6. Innovación tecnológica y avance en el conocimiento médico

La incorporación del IoT en el sector de la salud también está impulsando la innovación tecnológica. Los avances en sensores, inteligencia artificial (IA), análisis de datos y big data están permitiendo nuevas formas de interactuar con los pacientes, hacer pronósticos más precisos y ofrecer tratamientos más eficaces. El uso de inteligencia artificial para analizar los datos recogidos por los dispositivos IoT también abre la puerta a nuevos enfoques en la medicina personalizada.

MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

El marco de la investigación establece los antecedentes, teorías y enfoques relevantes para el estudio del impacto y la implementación del Internet de las Cosas (IoT) en el sector de la salud. Esta sección proporciona el contexto en el cual se desarrollará el estudio y permite comprender cómo el IoT está transformando la atención médica, con énfasis en los desafíos y beneficios asociados.

1. Antecedentes del Internet de las Cosas en la Salud

El concepto de Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la interconexión de objetos físicos a través de internet, lo que permite recopilar y transmitir datos en tiempo real.

Los primeros dispositivos IoT aplicados a la salud surgieron en forma de monitores de signos vitales y dispositivos portátiles (como medidores de glucosa o monitores de actividad física). A medida que avanzaba la tecnología, el uso de sensores, wearables (ropa y accesorios conectados), y la integración de plataformas digitales mejoraron la capacidad de realizar diagnósticos a distancia y ofrecer atención personalizada. Esto ha impulsado la adopción de tecnologías IoT en hospitales, clínicas, y hogares de pacientes, especialmente para el tratamiento de enfermedades crónicas.

2. Teorías y Conceptos Relevantes

El marco teórico para el estudio del IoT en la salud puede basarse en diversas teorías y enfoques que incluyen:

- Teoría de la Innovación Disruptiva: Esta teoría sugiere que las tecnologías disruptivas, como el IoT, tienen el potencial de cambiar las estructuras establecidas y transformar sectores completos. En la salud, el IoT actúa como una innovación disruptiva al modificar los métodos tradicionales de

diagnóstico y tratamiento, ofreciendo nuevas posibilidades para la atención médica.

- Teoría de la Salud Digital y Telemedicina: El IoT es un componente esencial de la salud digital, que engloba el uso de tecnologías para proporcionar atención médica a distancia, recopilación de datos de salud en tiempo real, y la telemedicina. La integración de dispositivos IoT con plataformas de telemedicina permite a los profesionales de salud monitorear y tratar a los pacientes sin necesidad de visitas físicas frecuentes.
- Modelo de Salud Preventiva: El IoT también se relaciona con el modelo de salud preventiva, que se centra en la prevención de enfermedades a través de la monitorización continua y el análisis de datos. Al ofrecer un monitoreo constante de factores de riesgo, los dispositivos IoT permiten detectar problemas de salud en etapas tempranas, promoviendo una intervención más temprana y reduciendo complicaciones futuras.
- Teoría del Big Data en Salud: Los dispositivos IoT generan enormes cantidades de datos, lo que hace necesario el uso de herramientas de análisis de big data para procesar y extraer información útil para la toma de decisiones. La integración de estos datos con sistemas de inteligencia artificial (IA) y machine learning permite mejorar la precisión de diagnósticos y tratamientos.

4. Estudios Previos y Experiencias

Numerosos estudios y experiencias previas han mostrado que el uso del IoT en salud puede tener un impacto significativo en la mejora de la eficiencia del sistema de salud, la reducción de costos y la optimización del cuidado de los pacientes.

- Un estudio realizado en el Reino Unido mostró que los pacientes con enfermedades crónicas que usaban dispositivos IoT para monitorear su salud tuvieron una reducción significativa en las hospitalizaciones debido a la detección temprana de complicaciones. Este tipo de monitoreo

también permitió personalizar los tratamientos de manera más efectiva. Algunos estudios notables sobre este tema comenzaron a publicarse a partir de 2010 y continuaron evolucionando a medida que la tecnología IoT y los dispositivos médicos avanzaban.

- En Estados Unidos, un proyecto piloto en telemedicina que incorporó dispositivos IoT para el seguimiento de pacientes con enfermedades cardíacas permitió a los médicos intervenir a tiempo ante cualquier anomalía, mejorando los resultados en términos de prevención de ataques cardíacos graves. El uso de IoT y telemedicina en el seguimiento de enfermedades cardíacas ha sido un tema de investigación y pruebas piloto desde hace más de una década. Sin embargo, varios programas piloto importantes comenzaron alrededor de **2010-2015**, cuando los avances en tecnología IoT y la infraestructura de comunicaciones permitieron que dispositivos médicos como monitores de ritmo cardíaco, tensiómetros, y sensores de oxígeno pudieran ser conectados a sistemas de telemedicina. Un ejemplo notable de estos proyectos piloto fue el programa **Health Care Innovation Awards** del gobierno de EE. UU. lanzado en **2012**. Este programa promovió el uso de tecnologías de telemedicina y dispositivos IoT en diversas áreas, incluida la gestión de enfermedades cardíacas. Desde entonces, múltiples hospitales y clínicas en EE. UU. han implementado programas piloto similares.
- Un proyecto en India, donde los dispositivos IoT fueron utilizados para monitorear a pacientes en áreas rurales, mostró cómo la implementación de tecnologías IoT puede reducir la disparidad en el acceso a la atención médica, permitiendo a los pacientes recibir seguimiento remoto a pesar de la lejanía de los centros de salud.

Los proyectos en India de este tipo se han implementado en varias regiones, especialmente en zonas rurales y de difícil acceso, donde la infraestructura de salud es limitada. Aunque no tengo una fecha específica de inicio para este tipo de proyectos, muchas iniciativas comenzaron

alrededor de 2015-2017 con el apoyo tanto de iniciativas gubernamentales como de ONGs que buscan mejorar la atención médica en áreas remotas mediante tecnologías innovadoras.

4. Desafíos y Oportunidades en la Implementación de IoT en Salud

A pesar de los avances, la implementación del IoT en la salud presenta una serie de desafíos técnicos, éticos y económicos:

- **Seguridad de los Datos:** Los dispositivos IoT en salud generan grandes volúmenes de datos personales sensibles. La seguridad de estos datos es crucial para evitar brechas de privacidad y ciberataques. La protección de la información de los pacientes y la autenticidad de los dispositivos son cuestiones que deben abordarse a nivel global.
- **Interoperabilidad:** La falta de estándares comunes entre dispositivos de diferentes fabricantes dificulta la interoperabilidad de los sistemas de salud. Esta falta de integración de datos puede limitar la efectividad de los dispositivos IoT al no compartir información crítica entre diferentes plataformas de salud.
- **Accesibilidad:** Si bien los dispositivos IoT tienen el potencial de mejorar el acceso a la atención médica, el costo de estos dispositivos y la falta de infraestructura tecnológica en áreas rurales o en países en desarrollo puede limitar su implementación y acceso.
- **Regulaciones y Normativas:** La ausencia de marcos regulatorios globales adecuados puede generar incertidumbre en cuanto al uso ético de los dispositivos IoT. Además, la normativa en torno a la privacidad y protección de datos.

Normas oficiales mexicanas :

- **NOM-024-SSA3-2010**

Establece los objetivos funcionales de los Sistemas de Expediente Clínico Electrónico.

- **NOM-024-SSA3-2012**

Establece los sistemas de información de registro electrónico para la salud, y el intercambio de información en salud.

5. Justificación del Estudio

La investigación sobre la aplicación del IoT en la salud es esencial para comprender los beneficios y los riesgos asociados con esta tecnología emergente. La importancia del estudio radica en:

- Evaluar la efectividad de los dispositivos IoT en la mejora de la atención y la gestión de enfermedades crónicas.
- Identificar las barreras tecnológicas y socioeconómicas que limitan su implementación en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos.
- Desarrollar recomendaciones prácticas para la mejora de la seguridad, la interoperabilidad y la equidad en el acceso a los dispositivos IoT en salud.
- Contribuir a la formulación de políticas públicas que promuevan la integración efectiva y segura del IoT en los sistemas de salud.
- La aplicación del Internet de las Cosas Médicas en diferentes áreas de las instituciones de salud es una vía para optimizar recursos materiales y humanos, invertir en estos dispositivos puede ser una forma de gestionar de manera más eficaz la salud pública en México.

Capítulo I : Antecedentes en el sector salud

En México, la introducción del IoT en el sector salud ha sido progresiva y con importantes desafíos, sobre todo en zonas rurales y marginadas. Mientras que en grandes centros urbanos se ha avanzado con plataformas de telemedicina y dispositivos conectados, en estados como Chiapas la implementación ha sido más limitada, principalmente por factores como:

- Infraestructura tecnológica deficiente.
- Conectividad limitada en comunidades rurales.
- Escasa capacitación digital del personal médico.
- Bajo presupuesto en salud pública.

México ha comenzado a integrar el Internet de las Cosas (IoT) en el sector salud de forma gradual, impulsado principalmente por instituciones privadas, centros de investigación y algunos esfuerzos del gobierno federal. Las aplicaciones del IoT en salud a nivel nacional incluyen:

- **Monitoreo remoto de pacientes crónicos**, como diabéticos o hipertensos.
- **Dispositivos médicos conectados**, como oxímetros, glucómetros, marcapasos y respiradores inteligentes.
- **Gestión automatizada de hospitales**, con sensores para camas inteligentes, control de temperatura y administración de medicamentos.
- **Seguimiento en tiempo real de insumos médicos**, mediante etiquetas RFID y sensores.
- **Telemedicina y consulta remota**, con plataformas que permiten conectar pacientes con especialistas a distancia.

Iniciativas destacadas

- **IMSS e ISSSTE** han comenzado a adoptar tecnologías conectadas, aunque principalmente en hospitales de zonas urbanas.

- La **Secretaría de Salud federal** ha impulsado programas de telesalud y estrategias digitales en zonas rurales, aunque con limitaciones tecnológicas.
- Universidades como el **IPN, UNAM y Tec de Monterrey** han desarrollado dispositivos y plataformas de IoT aplicables a salud.
- Empresas privadas en el sector asegurador y farmacéutico han invertido en tecnologías IoT para monitoreo domiciliario de pacientes.

Desigualdad tecnológica

Una de las principales características de la adopción del IoT en México es la **desigualdad entre regiones urbanas y rurales**. Mientras que ciudades como CDMX, Guadalajara o Monterrey han avanzado con relativa rapidez en digitalización de servicios médicos, en estados del sur como **Chiapas, Oaxaca o Guerrero**, la penetración de tecnologías conectadas sigue siendo limitada.

Esto se debe a:

- **Infraestructura tecnológica deficiente** (baja cobertura de Internet y electricidad).
- Escasa inversión pública en tecnologías emergentes.
- Brecha digital en la formación del personal de salud.
- Dificultades logísticas para implementar soluciones tecnológicas en áreas de difícil acceso.

Normativa y regulación

Aunque existen **marcos regulatorios generales** para la digitalización de la salud (como la Estrategia Digital Nacional y la NOM-024 sobre sistemas electrónicos de salud), **no hay una normativa específica para IoT en salud**, lo que genera incertidumbre legal y ralentiza su adopción masiva.

Antes de la pandemia por COVID-19, Chiapas ya enfrentaba serios problemas de acceso a servicios de salud debido a:

- Su alta dispersión geográfica.
- Altos niveles de pobreza.
- Falta de médicos y especialistas.

Durante las dos primeras décadas del siglo XXI, Chiapas experimentó avances limitados en términos de acceso a la salud. Algunos logros incluyeron la ampliación de clínicas rurales y campañas de salud materna, pero persistieron graves desafíos:

- Altos índices de mortalidad materno-infantil, particularmente en zonas indígenas.
- Baja cobertura de servicios especializados en regiones de difícil acceso.
- Infraestructura médica desigual, concentrada en áreas urbanas como Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de Las Casas y Tapachula.

Aunque se implementaron programas como IMSS Bienestar y el extinto Seguro Popular, estos no incorporaban tecnologías digitales ni dispositivos inteligentes en su operación.

A nivel nacional, el concepto de IoT comenzó a ganar terreno en salud entre 2015 y 2019, particularmente en zonas urbanas. Algunas instituciones como el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán y el Hospital General de México empezaron a probar soluciones digitales:

- Wearables para pacientes con enfermedades crónicas.
- Monitorización remota en unidades de cuidados intensivos.
- Apps móviles conectadas con dispositivos médicos personales.

Sin embargo, este desarrollo fue incipiente, urbano y dependiente del sector privado. En estados como Chiapas, el ecosistema para integrar IoT simplemente no existía en ese momento.

Aunque el IoT no estaba implementado, muchas problemáticas podrían haberse beneficiado de su aplicación, como:

- Control de embarazos de alto riesgo en mujeres indígenas.
- Detección temprana de complicaciones por diabetes o hipertensión en adultos mayores.
- Seguimiento de epidemias (como dengue) a través de sensores ambientales y plataformas de reporte.
- Atención remota en comunidades donde el médico solo acude 1 vez por semana o cada 15 días

Chiapas se ha caracterizado históricamente por tener uno de los más altos índices de rezago social en México. Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), en 2018 más del 75% de la población del estado vivía en condiciones de pobreza, y cerca del 30% en pobreza extrema. La mayoría de sus municipios son predominantemente rurales, con altos niveles de marginación y un acceso limitado a servicios básicos como electricidad, agua potable y telecomunicaciones. Este contexto afectaba directamente la viabilidad de implementar soluciones tecnológicas en el sistema de salud, incluyendo aquellas basadas en IoT.

En términos de infraestructura sanitaria, Chiapas enfrentaba serias deficiencias. Muchas clínicas rurales carecían de servicios básicos como energía eléctrica estable, conexión a Internet o equipo médico moderno. El número de médicos por cada mil habitantes era de los más bajos del país, y la cobertura de atención especializada en municipios indígenas o de difícil acceso era limitada o nula.

Además, la mayoría de los establecimientos de salud pública no contaba con sistemas digitalizados de expedientes clínicos ni con herramientas tecnológicas para el seguimiento remoto de pacientes. El personal médico tenía una formación

mayormente clínica, con escasa o nula capacitación en el uso de tecnologías digitales o dispositivos inteligentes.

La implementación del IoT en salud depende de varios factores tecnológicos como la conectividad a Internet, el uso de sensores, plataformas de datos, dispositivos móviles y capacidad de procesamiento en la nube. En Chiapas, antes de 2020, estos elementos eran prácticamente inexistentes en las zonas rurales y marginadas. La cobertura de Internet era inferior al 40% en promedio estatal, y en muchos municipios indígenas o montañosos, la señal móvil era intermitente o completamente ausente.

Asimismo, no existían programas estatales o federales consolidados para promover la innovación tecnológica en salud dentro del estado. Mientras que en otras regiones del país se comenzaban a desarrollar prototipos y proyectos piloto con tecnologías digitales, en Chiapas no se tiene registro de iniciativas previas a 2020 enfocadas en la aplicación del IoT al ámbito sanitario.

A pesar de las dificultades, el potencial del IoT para resolver algunos de los principales problemas del sistema de salud en Chiapas era alto. Por ejemplo, el monitoreo remoto de mujeres embarazadas, el seguimiento de enfermedades crónicas no transmisibles, o la generación de alertas médicas automáticas en comunidades aisladas, podrían haber mejorado la cobertura y calidad de los servicios médicos.

No obstante, la falta de inversión pública en tecnología, la ausencia de infraestructura digital, y las condiciones de pobreza estructural impidieron que estas soluciones se consideraran viables en ese momento.

En ese contexto, las herramientas digitales eran mínimas o inexistentes en muchas comunidades. El IoT aún no figuraba como una prioridad tecnológica para el sistema de salud local.

El Internet de las Cosas (IoT) ha revolucionado la forma en que las sociedades abordan problemas de salud, especialmente a partir de la pandemia por COVID-19. En estados como Chiapas, caracterizados por alta marginación, diversidad cultural y ruralidad extensa, el uso del IoT en el sector salud representa una oportunidad para reducir brechas de acceso, mejorar la calidad de atención y fomentar un monitoreo continuo de los pacientes. Este documento analiza los antecedentes, la implementación, los beneficios y los retos del IoT en la salud pública chiapaneca post-pandemia.

La pandemia por COVID-19 generó un punto de inflexión. La necesidad de atención médica a distancia hizo evidente la urgencia de transformar los sistemas de salud, incluso en estados con rezagos estructurales como Chiapas. A partir de 2020, se impulsaron algunas acciones:

- Se intensificaron los esfuerzos de telemedicina, aunque con limitaciones técnicas.
- Se utilizaron dispositivos básicos de monitoreo remoto en algunas clínicas rurales.
- Algunos proyectos piloto, en colaboración con universidades o instituciones federales, comenzaron a explorar el uso de tecnologías IoT para seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas.

En los últimos años, el Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) ha revolucionado distintos sectores, y el ámbito de la salud no ha sido la excepción. El IoT permite la conexión e intercambio de datos entre dispositivos médicos, plataformas de información y personal de salud, facilitando procesos de monitoreo, diagnóstico y atención médica remota. Este capítulo presenta una revisión de los antecedentes relacionados con la implementación de tecnologías IoT en el sector salud en el estado de Chiapas, México, con énfasis en las iniciativas públicas, proyectos académicos y desafíos estructurales.

Chiapas ha presentado históricamente indicadores rezagados en salud: baja densidad de profesionales, infraestructura limitada, altos niveles de pobreza y

enfermedades endémicas. Antes de la pandemia, el uso de tecnologías digitales era incipiente; la atención se centraba en el contacto presencial, sin registros electrónicos ni plataformas de monitoreo remoto. Las comunidades rurales carecían de conectividad y los centros de salud operaban de manera manual, por los siguientes puntos:

1. Infraestructura tecnológica limitada

- En muchas zonas rurales de Chiapas, el acceso a Internet es intermitente o inexistente. Según datos del INEGI (2020), sólo alrededor del 35% de los hogares en Chiapas cuentan con conexión a Internet, comparado con más del 70% en la CDMX.
- Esto limita el uso de dispositivos conectados (como monitores de signos vitales, sensores en camas o apps médicas).

2. Baja conectividad a Internet

- Según datos del INEGI y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), hasta 2019 solo entre el **35% y el 40% de los hogares en Chiapas** tenían acceso a Internet.
- En las **zonas rurales e indígenas**, esta cifra era aún más baja, en algunos casos **inferior al 20%**.
- La conectividad móvil también era débil: muchas comunidades carecían de cobertura 3G o 4G, lo que hacía inviable el uso de dispositivos conectados o aplicaciones móviles para la salud.

3. Escasa disponibilidad de dispositivos digitales

- En el sector salud, gran parte de las unidades médicas —sobre todo rurales— no contaban con **computadoras, tabletas ni sistemas digitales de registro médico**.
- La mayoría de los registros se hacían de forma manual y en papel, dificultando cualquier intento de digitalización o monitoreo remoto.

- No se utilizaban sensores, dispositivos portátiles ni herramientas conectadas a Internet para seguimiento de pacientes.

4. Falta de infraestructura básica en salud digital

- La implementación de **expedientes clínicos electrónicos (ECE)** ha sido lenta y desigual en Chiapas. En muchas unidades, aún no se ha instalado o no se utiliza adecuadamente.
- Las **redes locales** (intranets) o sistemas de información en salud (HIS) eran inexistentes o poco funcionales.
- No existía una red estatal interoperable que permitiera compartir información entre hospitales, clínicas rurales y autoridades de salud.

5. Débil inversión pública en tecnología

- Los presupuestos estatales y federales destinados a salud en Chiapas han estado históricamente enfocados en **infraestructura física, medicamentos y personal**, dejando a un lado el desarrollo tecnológico.
- No se destinaron fondos específicos para la adopción de IoT o para plataformas digitales integradas en el sistema de salud.

6. Limitaciones en el capital humano

- El personal de salud de primer nivel (médicos generales, enfermeros, promotores) no contaba con formación en herramientas digitales o tecnologías IoT.
- Tampoco existían programas de capacitación continua sobre el uso de dispositivos médicos inteligentes, recolección de datos remotos o gestión digital de la salud.

7. Problemas de mantenimiento y soporte técnico

- Incluso en los pocos lugares donde había algún equipamiento tecnológico, **la falta de soporte técnico** o mantenimiento constante dificultaba su funcionamiento.
- Las fallas eléctricas frecuentes, la humedad o el aislamiento geográfico afectaban el uso continuo de equipos digitales o conectados.

8. Déficit en el sistema de salud

- Chiapas tiene uno de los índices más bajos de médicos por cada 1,000 habitantes a nivel nacional.
- La escasez de especialistas agrava la necesidad de tecnologías como la telemedicina y el monitoreo remoto, que serían posibles con IoT.
- Sin embargo, la falta de equipos, electricidad confiable y capacitación tecnológica impide su implementación efectiva.

9. Brecha de formación y capacitación

- El personal médico y administrativo en muchas unidades de salud rurales no está familiarizado con el uso de tecnologías emergentes.
- Hay poca capacitación digital, lo que impide la adopción eficiente del IoT, incluso cuando hay dispositivos disponibles.

Antes de la pandemia por COVID-19 (es decir, hasta finales de 2019), Chiapas era uno de los estados con **mayor rezago social y económico de México**. Esto influía directamente en el acceso a servicios de salud modernos y en la posibilidad de implementar tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT).

Principales indicadores:

- **Pobreza extrema:** Más del 75% de la población se encontraba en situación de pobreza, y alrededor del 30% en pobreza extrema (Coneval, 2018).
- **Alta ruralidad:** Cerca del 52% de la población vivía en zonas rurales y dispersas, lo que complicaba el acceso a servicios médicos.

- **Diversidad cultural y lingüística:** Chiapas tiene más de 12 grupos indígenas. Las **barreras lingüísticas** y culturales también dificultaban el uso de tecnologías estandarizadas.

Antes del 2020, el **Internet de las Cosas (IoT)** era un concepto emergente en el sector salud a nivel nacional, pero en Chiapas su aplicación era prácticamente **inexistente**.

Razones principales:

1. **Sin conectividad:** En muchas comunidades, ni siquiera existía cobertura de red móvil confiable o acceso a Internet, lo que hace inviable cualquier solución IoT que dependa de transmisión de datos.
2. **Sin cultura tecnológica:** La mayoría del personal médico no estaba capacitado en el uso de dispositivos inteligentes o en el manejo de datos digitales.
3. **Sin inversión en innovación:** La inversión pública en salud estaba enfocada en infraestructura básica, medicamentos y atención de primer nivel. El IoT no era aún una prioridad en políticas públicas estatales.
4. **Sin proyectos piloto documentados:** Hasta 2019, no se tiene registro de programas gubernamentales en Chiapas específicamente enfocados en implementar tecnologías IoT en salud.

Incluso antes de la pandemia, el IoT podría haber sido útil para:

- **Monitorear embarazos de alto riesgo** en comunidades indígenas.
- **Controlar enfermedades crónicas** en adultos mayores mediante dispositivos portátiles conectados.
- **Enviar alertas automáticas** desde comunidades sin personal médico permanente.
- **Vigilar brotes epidémicos** en zonas tropicales, como el dengue.

Sin embargo, ninguna de estas aplicaciones fue puesta en práctica de manera estructural por falta de recursos, visión tecnológica, conectividad o apoyo institucional.

La emergencia sanitaria provocada por el COVID-19 generó la necesidad de nuevas estrategias para evitar la saturación hospitalaria. Surgió entonces un interés renovado en herramientas digitales como la telemedicina, la digitalización de expedientes clínicos y, especialmente, el uso de dispositivos IoT: oxímetros inteligentes, termómetros conectados, monitores de presión arterial, etc. Estas herramientas permitieron atender a pacientes desde casa y vigilar su estado en tiempo real.

Telemedicina con IoT Plataformas digitales apoyadas con dispositivos portátiles permitieron consultas remotas, donde los médicos podían recibir señales biométricas desde comunidades alejadas.

La telemedicina con dispositivos IoT permite la atención médica remota, utilizando dispositivos portátiles para transmitir señales biométricas a los médicos, especialmente en comunidades alejadas. En Chiapas, diversos hospitales, incluyendo los del programa "Salud para Todos" y los hospitales generales del estado, están implementando esta tecnología.

Un hospital donde se tiene Telemedicina en Chiapas es el Hospital General Regional "Dr. Rafael Pascasio Gamboa" en Comitán de Domínguez, Los Sabinos, puedes encontrar varias opciones para atención médica, incluyendo centros de salud y hospitales.

Al igual que monitoreo de enfermedades crónicas Enfermedades como la diabetes y la hipertensión, frecuentes en Chiapas, comenzaron a ser monitoreadas mediante sensores que enviaban información a los expedientes digitales en tiempo real.

Brecha digital Muchas comunidades carecen de acceso a Internet, electricidad o tecnología básica, lo que limita la adopción del IoT.

La transformación digital impulsada por la pandemia por COVID-19 impulsó una transformación digital sin precedentes en los sistemas de salud a nivel mundial, y Chiapas no fue la excepción. Ante el colapso hospitalario y la imposibilidad de atender a todos los pacientes de forma presencial, surgió la necesidad urgente de adoptar herramientas tecnológicas que permitieran la atención remota, el monitoreo continuo de pacientes y la toma de decisiones basada en datos.

Uno de los principales detonantes fue la necesidad de reducir la exposición del personal de salud al virus, así como la de brindar seguimiento a pacientes en aislamiento domiciliario. En este contexto, los dispositivos IoT comenzaron a adquirir relevancia por su capacidad de recopilar datos biométricos en tiempo real y enviarlos a plataformas digitales. Oxímetros inteligentes, termómetros conectados, sensores de ritmo cardíaco, monitores de glucosa y presión arterial fueron integrados en kits de atención domiciliaria.

La Secretaría de Salud, en colaboración con instituciones como el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI), universidades locales y organizaciones no gubernamentales, desarrollaron proyectos piloto en comunidades rurales. Estos proyectos incluyeron la distribución de kits con dispositivos IoT básicos a pacientes con comorbilidades, capacitando a los promotores comunitarios para su uso.

EL INSABI a beneficiado a beneficiado a la población Chiapaneca, ya que Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi) ha puesto en marcha el Programa de Equipos Gerenciales en Salud en Chiapas, lo que permite la supervisión y el control de la atención médica, el suministro de medicamentos y la eficiencia en las instalaciones. Además, se ha destacado que el Insabi garantiza el suministro de medicamentos a través de la compra consolidada para todos los niveles de atención médica.

El Insabi en Chiapas:

- Programa de Equipos Gerenciales en Salud:

Este programa tiene como objetivo supervisar y controlar la atención médica, el abasto de medicamentos y la eficiencia de las instalaciones en Chiapas.

- Garantía de suministro de medicamentos:

El Insabi ha trabajado para asegurar el suministro de todos los medicamentos solicitados a través de la compra consolidada.

- Servicios de salud gratuitos:

El Insabi ofrece servicios de salud gratuitos y de calidad a personas que no cuentan con seguridad social en Chiapas.

- Cobertura de enfermedades:

La cobertura incluye tratamientos para enfermedades como cáncer, atención a pacientes con VIH, atención a urgencias, partos, fracturas y cirugías simples.

Además, se impulsó la digitalización de expedientes clínicos a través de plataformas accesibles desde tabletas o teléfonos móviles, lo que permitió centralizar información de pacientes y realizar consultas virtuales con especialistas ubicados en centros urbanos o incluso en otras entidades federativas.

También se integraron plataformas de inteligencia epidemiológica que usaron datos recolectados por dispositivos IoT para mapear patrones de contagio, detectar zonas de riesgo y coordinar respuestas sanitarias en tiempo real. Esta capacidad fue especialmente útil en comunidades dispersas, donde la logística para realizar visitas domiciliarias era compleja.

Un ejemplo concreto fue la iniciativa “Salud Conectada Chiapas”, que en su fase piloto en municipios como Las Margaritas y Ocosingo utilizó brazaletes con sensores para monitorear signos vitales de pacientes COVID positivos, transmitiendo datos vía red celular o satelital a los centros de control en cabeceras municipales.

En suma, la pandemia actuó como catalizador para introducir tecnologías IoT en un contexto previamente rezagado en digitalización. Aunque los avances fueron desiguales, se demostró que el IoT podía adaptarse incluso a regiones con alta

marginación, siempre que se consideraran factores como infraestructura, alfabetización digital y colaboración interinstitucional.

Capacidades del personal de salud .El personal médico y administrativo no siempre está capacitado para operar herramientas digitales, lo cual ralentiza la integración tecnológica.

Inversión y sostenibilidad Los dispositivos IoT requieren financiamiento y mantenimiento. Muchas iniciativas en Chiapas dependen de proyectos federales, ONGs o universidades.

Seguimiento de pacientes con COVID-19 Durante y después de la pandemia, los pacientes fueron monitoreados en casa con dispositivos conectados, reduciendo el riesgo de contagios y descongestionando los hospitales.

Uno de los esfuerzos pioneros en la implementación de tecnologías digitales aplicadas a la salud en Chiapas fue el establecimiento de una Red Estatal de Telemedicina. Desde el año 2006, esta red ha sido desarrollada como parte de una estrategia para contrarrestar el rezago en la atención médica en zonas rurales y de difícil acceso. La iniciativa incluyó:

- Conectividad en 235 unidades médicas.
- Implementación de expedientes clínicos electrónicos en 141 unidades.
- Integración de servicios de telemedicina en 34 unidades médicas de primer y segundo nivel.

Esta estrategia buscó mejorar el acceso a servicios especializados sin necesidad de traslados costosos o complejos, especialmente para poblaciones indígenas y rurales.

Se documentaron experiencias positivas en municipios como San Cristóbal de las Casas, donde se implementaron sensores en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas, y en Comitán, donde centros de salud rurales

incorporaron registros digitales básicos con apoyo de organizaciones internacionales.

A fin de avanzar hacia la igualdad de oportunidades y el respeto del derecho a la protección de la salud, considerando las diferencias biológicas entre mujeres y hombres, así como, las desigualdades sociales, a través de campañas de promoción con perspectiva de género, se impartieron 20 cursos de capacitación dirigidos a 500 personas del Instituto de Salud, en temas de: Diversidad sexual y derechos humanos, así como, Derechos humanos de los pueblos y comunidades indígenas; se realizaron 13 campañas educativas con perspectiva de género en el componente violencia y la estrategia de acciones preventivas denominadas, Hostigamiento y Acoso Sexual y No a la discriminación en tiempos de COVID-19, en beneficio de la población del Estado.

Con el objetivo de contar con mecanismos para la promoción de la salud, la prevención y control de enfermedades y factores de riesgo epidemiológico, se realizaron 71,365 notificaciones a unidades médicas del Sistema Único Automatizado de Vigilancia Epidemiológica (SUAVE), de los casos de enfermedades transmisibles como, tuberculosis dengue, SIDA, VIH, hepatitis, salmonelosis, infecciones respiratorias agudas, influenza y COVID-19. Asimismo, se notificaron 836,758 casos sujetos a vigilancia epidemiológica y 136 brotes, de los cuales 63 son de Dengue y 73 de COVID-19.

Capítulo II: Impacto de la Pandemia en la infraestructura Sanitaria en Chiapas

La pandemia por COVID-19 representó uno de los mayores retos sanitarios del siglo XXI, obligando a los sistemas de salud del mundo a adaptarse rápidamente a condiciones sin precedentes. En el caso de México, el impacto fue desigual entre las regiones del país, siendo el estado de Chiapas una de las entidades más afectadas debido a sus condiciones históricas de rezago social, económico y tecnológico. Este capítulo analiza cómo la pandemia evidenció las limitaciones estructurales del sistema de salud chiapaneco y los efectos que esto tuvo sobre su infraestructura sanitaria, tanto física como digital.

Puso a prueba los sistemas de salud en todo el mundo, evidenciando fortalezas y, sobre todo, vulnerabilidades en su capacidad de respuesta. En el caso de Chiapas, uno de los estados con mayores índices de marginación en México, la crisis sanitaria exacerbó deficiencias estructurales preexistentes en la infraestructura de salud pública. Este capítulo examina las condiciones del sistema sanitario en el estado antes y durante la pandemia, y analiza las implicaciones que tuvo la emergencia sanitaria sobre la infraestructura, la prestación de servicios y la salud de la población.

Previo a la pandemia, las condiciones físicas y operativas de muchas unidades de salud en Chiapas ya eran deficientes. Según un censo realizado en 2019, de las más de 1,000 unidades de atención primaria del estado:

- 340 carecían de al menos un servicio básico:
 - 13 no contaban con energía eléctrica,
 - 174 no disponían de drenaje,
 - 153 carecían de agua potable.
- 265 unidades no habían recibido mantenimiento alguno en años recientes.
- 346 presentaban daños estructurales de diversa magnitud, algunos provocados por fenómenos naturales como sismos y huracanes, y otros por falta de inversión en infraestructura sanitaria.

Estas condiciones comprometían seriamente la capacidad de atención incluso antes del brote de COVID-19, especialmente en las zonas rurales e indígenas, donde el acceso a servicios médicos ya era limitado.

Durante los periodos de mayor transmisión del virus (2020-2021), los servicios médicos en Chiapas enfrentaron una situación crítica. Los hospitales generales ubicados en ciudades como Tuxtla Gutiérrez, Tapachula y San Cristóbal de Las Casas reportaron una saturación constante, tanto en camas generales como en unidades de cuidados intensivos (UCI).

La escasez de ventiladores, monitores multiparámetro y espacios adecuados para aislamiento limitó la capacidad de respuesta del sistema estatal de salud. En clínicas comunitarias rurales, la situación fue aún más crítica: muchas no contaban con oxímetros, medicamentos esenciales ni personal médico suficiente para atender casos sospechosos de COVID-19, lo que evidenció una distribución desigual de los recursos sanitarios.

Frente a la crisis sanitaria, el gobierno estatal y federal implementaron medidas de emergencia para ampliar temporalmente la capacidad instalada del sistema de salud. Entre ellas destacaron:

- La reconversión de hospitales generales y comunitarios para la atención exclusiva de pacientes con COVID-19.
- La instalación de hospitales móviles y carpas de atención respiratoria en las principales ciudades.
- La ampliación de áreas de urgencias y salas de espera para cumplir con los lineamientos de distanciamiento social.

Estas acciones, aunque de carácter transitorio, demostraron la necesidad urgente de fortalecer la infraestructura física y de crear estructuras más flexibles y adaptables ante futuras contingencias.

Durante el periodo crítico de la pandemia (2020–2021), instituciones como la Secretaría de Salud de Chiapas, el IMSS Bienestar y el ISSSTE implementaron acciones dirigidas a mitigar el colapso de los servicios presenciales mediante el uso de tecnologías mínimamente digitalizadas. Entre estas destacan:

- La habilitación de líneas telefónicas y módulos virtuales de orientación médica para brindar asesoría a distancia sobre síntomas de COVID-19.
- El uso de plataformas digitales básicas de teleconsulta, implementadas en hospitales generales de zonas urbanas para reducir la afluencia de pacientes con padecimientos no urgentes.
- El envío de promotores de salud equipados con tabletas electrónicas a comunidades rurales para el registro de casos sospechosos y el monitoreo domiciliario de personas en aislamiento.

Estas estrategias, aunque útiles en el corto plazo, estuvieron limitadas por factores estructurales como la falta de conectividad en muchas regiones, la baja capacitación tecnológica del personal y la escasa interoperabilidad entre sistemas institucionales.

Los esfuerzos por introducir tecnología en el sector salud chiapaneco durante la pandemia enfrentaron una serie de obstáculos históricos:

- **Conectividad insuficiente:** Según datos del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), para 2020 menos del 50% de los centros de salud rurales contaban con acceso confiable a Internet o redes móviles estables, lo cual imposibilitó el uso de sistemas en línea o el envío de datos clínicos en tiempo real.
- **Falta de sistemas interoperables:** Cada institución de salud operaba con plataformas diferentes, muchas de ellas en papel o con registros digitales desactualizados, lo que dificultaba la consolidación de expedientes clínicos o el seguimiento epidemiológico coordinado.
- **Carencia de dispositivos:** En la mayoría de las unidades rurales no existían computadoras, tabletas ni sistemas de captura de datos clínicos

digitales, lo que limitó la posibilidad de implementar el Internet de las Cosas (IoT) para el monitoreo remoto de pacientes.

- **Débil capacitación del personal:** Muchos trabajadores de la salud carecían de entrenamiento básico en el uso de tecnologías digitales, lo que representó una barrera para aprovechar incluso las soluciones tecnológicas más simples.

La pandemia representó una oportunidad para sentar las bases de una transformación digital en el sector salud. Sin embargo, en Chiapas no se logró capitalizar completamente esa coyuntura. A diferencia de otros estados del país que avanzaron en la instalación de expedientes clínicos electrónicos, sistemas de referencia digital y monitoreo remoto con dispositivos conectados, Chiapas solo implementó medidas reactivas y sin continuidad a largo plazo.

Además, no se establecieron políticas públicas estatales sólidas para el desarrollo de infraestructura tecnológica en salud, ni se crearon alianzas estratégicas con universidades o empresas del sector tecnológico que permitieran una transición hacia modelos de salud digital sostenibles.

La pandemia también generó una presión sin precedentes sobre el sistema digital de salud, particularmente en lo referente a la necesidad de información oportuna, coordinación interinstitucional y atención remota. Si bien en Chiapas la base tecnológica era limitada, se registraron algunos avances, entre ellos:

- La implementación de plataformas básicas de telemedicina en unidades de atención primaria.
- El uso de dispositivos móviles para el seguimiento de casos en comunidades alejadas.
- La digitalización parcial de registros médicos en hospitales COVID reconvertidos.

No obstante, estos esfuerzos fueron de bajo alcance y se vieron limitados por la escasa conectividad a Internet en amplias zonas rurales, la falta de capacitación

del personal médico y la ausencia de una política estatal consolidada en salud digital.

La pandemia por COVID-19 evidenció de manera contundente las profundas brechas de acceso a servicios de salud que históricamente han afectado al estado de Chiapas. Estas desigualdades, arraigadas en factores sociales, económicos, culturales y geográficos, se intensificaron durante la emergencia sanitaria, al mostrar que no todas las regiones del estado estaban en condiciones equivalentes para enfrentar una crisis de salud pública de gran escala.

El sistema de salud chiapaneco presenta una concentración de infraestructura hospitalaria en las principales ciudades(Tuxtla Gutiérrez, Tapachula, San Cristóbal de Las Casas), lo que deja en desventaja a las comunidades rurales, indígenas y de difícil acceso. Durante la pandemia, este desequilibrio se tradujo en lo siguiente:

- **Infraestructura médica dispar:** Mientras que en los centros urbanos se reconvirtieron hospitales, se instalaron unidades COVID-19 y se incrementó la dotación de insumos, en las zonas rurales muchas clínicas carecían de lo más básico, como oxígeno, medicamentos esenciales o personal médico permanente.
- **Acceso limitado al diagnóstico:** En zonas remotas, los pacientes no tenían acceso a pruebas PCR o antigénicas, por lo que muchos casos sospechosos no fueron registrados oficialmente ni atendidos adecuadamente.
- **Dificultades en la referencia y traslado:** La escasez de ambulancias y caminos en mal estado dificultaron el traslado oportuno de pacientes graves desde comunidades rurales hacia hospitales de segundo o tercer nivel, lo que contribuyó a un aumento de la mortalidad en áreas marginadas.

Chiapas es uno de los estados con mayor población indígena del país, lo cual añade una dimensión intercultural a la desigualdad sanitaria. Durante la pandemia, los pueblos indígenas enfrentaron múltiples barreras:

- **Barreras lingüísticas y culturales:** La falta de materiales informativos en lenguas originarias y de personal de salud bilingüe limitó la eficacia de las campañas de prevención y atención.
- **Desconfianza institucional:** El abandono histórico por parte del Estado ha generado desconfianza hacia los servicios de salud pública, lo que derivó en reticencia para acudir a hospitales o aceptar tratamientos.
- **Prácticas tradicionales sin apoyo complementario:** Muchas comunidades recurrieron exclusivamente a la medicina tradicional, sin acceso simultáneo a servicios biomédicos que pudieran integrarse de manera intercultural.

La conectividad digital es otro factor clave que acentuó las desigualdades. Durante la pandemia, la capacidad para acceder a información, realizar consultas virtuales o coordinar traslados médicos estuvo condicionada por la disponibilidad de tecnología. En Chiapas:

- Más del 40% de los hogares rurales **no tienen acceso a Internet ni dispositivos móviles adecuados** (INEGI, 2021).
- La falta de cobertura de redes móviles en varias regiones impidió la comunicación entre centros de salud, promotores y hospitales.
- Las soluciones de salud digital y de vigilancia epidemiológica no llegaron a muchas comunidades debido a la **falta de electricidad, infraestructura y alfabetización digital**.

Además de las comunidades indígenas y rurales, otros grupos fueron desproporcionadamente afectados:

- **Mujeres embarazadas** en comunidades alejadas no pudieron acceder a controles prenatales ni partos seguros debido a la suspensión de servicios no urgentes.
- **Personas con enfermedades crónicas** vieron interrumpido su tratamiento debido al colapso del sistema de atención primaria y la escasez de medicamentos.
- **Niñas, niños y adolescentes** enfrentaron dificultades para acceder a servicios de salud mental o programas de vacunación, ya que muchos centros comunitarios cerraron temporalmente.

La pandemia dejó en evidencia la profunda desigualdad territorial existente en Chiapas. Mientras que los centros urbanos recibieron una mayor parte de los recursos sanitarios y tecnológicos, gran parte de la población rural, indígena y dispersa quedó excluida de una atención médica oportuna y eficaz.

En muchas comunidades, el primer nivel de atención carecía incluso de condiciones mínimas de salubridad, energía eléctrica o agua potable, lo cual dificultó la implementación de medidas de prevención, aislamiento y atención clínica. Esta situación evidenció que el modelo centralizado de atención sanitaria resulta insuficiente en un estado caracterizado por su compleja geografía y dispersión poblacional.

El personal médico y de enfermería en Chiapas enfrentó condiciones adversas durante la emergencia sanitaria. La sobrecarga de trabajo, el miedo al contagio, la falta de equipo de protección personal (EPP) y la escasez de protocolos estandarizados provocaron altos niveles de estrés y desgaste emocional.

A largo plazo, esta situación ha generado desmotivación entre los trabajadores del sector salud y ha dificultado la retención de personal en comunidades rurales, lo que representa una amenaza para la sostenibilidad del sistema sanitario post-pandemia.

Aunque Chiapas registró oficialmente una de las tasas más bajas de contagio por COVID-19 en el país, reportó también una de las tasas más altas de letalidad. Esta aparente contradicción puede explicarse por los siguientes factores:

- **Subregistro de casos:** La limitada capacidad diagnóstica, especialmente en comunidades rurales, impidió detectar un número considerable de contagios reales.
- **Acceso desigual a la atención médica:** Las barreras geográficas, económicas y culturales dificultaron que gran parte de la población acudiera a centros médicos oportunamente.
- **Costos asumidos por las familias:** En muchos casos, el tratamiento para pacientes con COVID-19 –incluyendo oxígeno, medicamentos y traslados– fue cubierto directamente por las familias, afectando gravemente a los sectores más vulnerables.

Estas circunstancias reflejan la fragilidad estructural del sistema de salud en Chiapas y sus consecuencias durante una emergencia sanitaria sin precedentes.

Frente al contexto de crisis, el gobierno estatal y diversas instituciones emprendieron esfuerzos para reforzar el sistema de salud. Entre las principales acciones se destacan:

- **Alianzas internacionales:** Se firmaron acuerdos de cooperación con gobiernos extranjeros, como el de Cuba, para contar con brigadas médicas que ayudaran a reforzar la atención en zonas desatendidas.
- **Programas de conectividad y digitalización:** Iniciativas como “Internet para Todos” buscaron fortalecer la infraestructura digital en unidades médicas, permitiendo el uso de herramientas de telemedicina y el intercambio de información médica en línea.

No obstante, estas medidas resultaron limitadas frente a la magnitud del problema y las desigualdades históricas del estado. Las mejoras implementadas

fueron puntuales y, en muchos casos, no alcanzaron a las comunidades con mayores niveles de marginación.

La red de servicios de salud en Chiapas, al momento del inicio de la pandemia, evidenciaba una **infraestructura sanitaria desigual y subdimensionada** frente a las necesidades reales de la población. El estado contaba con **1,492 unidades médicas de primer nivel**, entre centros de salud, unidades móviles y caravanas, y apenas **39 hospitales de segundo nivel** distribuidos en diez jurisdicciones sanitarias. Solo dos hospitales ofrecían servicios de alta especialidad: uno en la región centro, especializado en pediatría, y otro en la zona costa, lo que dejaba amplias regiones —como los Altos y la Selva— sin acceso a atención médica especializada.

Programas de conectividad: Internet para Todos

Conscientes de la necesidad de reducir la brecha digital, el Gobierno del Estado de Chiapas, en conjunto con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chiapas (ICTIECH), lanzó el programa “Internet para Todos”. Este programa proporciona acceso gratuito a internet en instituciones públicas, incluidas unidades de salud, en 127 colonias de Tuxtla Gutiérrez y otras regiones como Itzmo-Costa y Soconusco.

Además de proveer conectividad, el programa contempla la capacitación del personal en el uso de herramientas tecnológicas, lo que representa un primer paso hacia la adopción de sistemas basados en IoT en entornos clínicos locales.

Desde el ámbito universitario, se han impulsado proyectos orientados a la gestión y análisis de información médica mediante herramientas digitales. Un ejemplo destacado es el desarrollado por investigadores de la Universidad Politécnica de Chiapas, en colaboración con el Centro de Estudios y Prevención del Cáncer A.C.. Este proyecto consistió en la creación de una plataforma de expediente clínico electrónico enfocada en campañas de detección de cáncer mediante mastografía térmica digital.

Esta iniciativa no solo centraliza la información médica, sino que permite un análisis cuantitativo que puede ser aprovechado por sistemas IoT para el seguimiento y evaluación de pacientes a distancia.

A pesar de los avances mencionados, la integración del IoT en el sistema de salud chiapaneco enfrenta múltiples retos:

- Infraestructura limitada: La cobertura de telecomunicaciones no es uniforme en todo el estado, lo que impide la operación óptima de servicios de salud basados en conectividad.
- Brecha digital en comunidades rurales e indígenas: Persisten diferencias significativas en el acceso a tecnologías, dificultando la equidad en el uso del IoT.
- Capacitación del personal: Muchos trabajadores de la salud no cuentan con las competencias necesarias para el manejo de herramientas tecnológicas.

En términos de **recursos humanos**, Chiapas se ubicaba entre las entidades con **menor cobertura médica**. De acuerdo con datos de la Secretaría de Salud, la entidad disponía de aproximadamente **1.3 médicos por cada 1,000 habitantes**, cifra muy inferior a la media nacional y particularmente contrastante con la Ciudad de México, que contaba con **3.6 médicos por cada 1,000 habitantes**. Esta baja densidad médica impactó directamente en la capacidad de atención durante la pandemia, sobre todo en zonas rurales e indígenas donde la atención ya era limitada.

Ante el inicio de la pandemia, se elaboraron instrumentos de diagnóstico territorial que permitieran identificar municipios con alta vulnerabilidad sanitaria. Uno de ellos fue el *Índice General de Vulnerabilidad del Sector Salud*, que integró variables como:

- Infraestructura física de salud.
- Disponibilidad de personal médico.

- Acceso al seguro social o a servicios públicos de salud.
- Prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas (como asma, EPOC, tuberculosis).

Este índice permitió determinar que una gran parte del territorio chiapaneco, particularmente en la región norte, Altos y la Selva, se encontraba en **una situación crítica de exposición y riesgo ante el COVID-19**, no solo por la baja capacidad instalada, sino por los altos niveles de pobreza y marginación que dificultan el acceso efectivo a los servicios de salud.

Durante la crisis sanitaria, el Gobierno del Estado de Chiapas adoptó algunas **acciones emergentes** para contener el impacto de la pandemia:

- **Reconversión hospitalaria:** Se adecuaron espacios específicos para la atención exclusiva de pacientes con enfermedades respiratorias, especialmente COVID-19.
- **Alianzas internacionales:** Se firmaron convenios con el gobierno de Cuba para la llegada de brigadas médicas en apoyo a comunidades rurales y marginadas.
- **Digitalización de servicios:** A través del programa federal “Internet para Todos”, se comenzó a dotar de conectividad a diversas unidades médicas, facilitando así el uso de herramientas de telemedicina en municipios con mayor aislamiento.

No obstante, estas estrategias enfrentaron limitaciones estructurales que condicionaron su efectividad. Persistieron fallas en la distribución de insumos médicos, falta de personal capacitado en tecnologías digitales, y deficiencias en la cadena logística para la atención y monitoreo de pacientes en comunidades remotas.

Algunas perspectivas a futuro, puede ser la Integración con inteligencia artificial; El IoT podría vincularse con sistemas de IA para predecir brotes o ajustar tratamientos automáticamente. Fortalecimiento de redes comunitarias Impulsar

redes locales de promotores de salud equipados con tecnología básica IoT podría ser clave para escalar el impacto.

Al igual que el desarrollo de soluciones locales fomentar que universidades y centros de investigación en Chiapas desarrollen tecnología adaptada a las condiciones locales.

Fomentar el desarrollo de soluciones locales a través de la investigación y la innovación tecnológica en universidades y centros de investigación de Chiapas puede ser beneficioso para el estado. Se trata de adaptar la tecnología a las necesidades locales, generando conocimiento y habilidades para responder a desafíos específicos de la región.

Beneficios de esta estrategia:

- Soluciones adaptadas:

Al enfocarse en las necesidades locales, la investigación puede generar soluciones más efectivas y sostenibles que las que se importan de otros lugares.

- Generación de conocimiento local:

La investigación en universidades y centros de investigación chiapanecos crea un banco de conocimiento que puede ser utilizado para el desarrollo de la región.

- Desarrollo de capacidades:

La formación de profesionales en áreas de ciencia y tecnología fortalece la mano de obra local y promueve la innovación.

- Impulso a la economía local:

La transferencia de tecnología a empresas y sectores locales puede generar nuevos empleos y oportunidades de negocio.

Ejemplos de iniciativas en Chiapas:

- El ICTI Chiapas (Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Chiapas) apoya proyectos de innovación tecnológica.

- La Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) impulsa proyectos de innovación y vinculación Universidad-sociedad.

–La Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) también participa en proyectos de investigación y desarrollo.

El ICTI Chiapas está enfocado en fortalecer la comunidad científica y tecnológica de Chiapas, promoviendo la investigación y la innovación para el bienestar de la población. El ICTI busca posicionar a Chiapas como un referente en la ciencia y la tecnología, contribuyendo a la formación de una sociedad más informada y participativa.

Instituciones destacadas en Chiapas que muestran avances o potencial en infraestructura tecnológica con componentes de IoT:

1. Hospital General “Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza” (Tuxtla Gutiérrez)

- Es el hospital más moderno del estado y uno de los pocos con expediente clínico electrónico integral.
- Cuenta con áreas de diagnóstico que utilizan dispositivos conectados en red para monitoreo de signos vitales, telemedicina y registros automatizados.
- Se han implementado sistemas de monitoreo remoto para UCI y control logístico de medicamentos e insumos hospitalarios.
- Tiene conectividad estable y soporte para integrar soluciones tecnológicas avanzadas.

2. Clínica-Hospital del ISSSTE en Tuxtla Gutiérrez

- Utiliza sistemas electrónicos para consulta, seguimiento y manejo de pacientes.
- Participa en plataformas nacionales del ISSSTE que incorporan módulos de salud digital, con potencial para vincular dispositivos IoT en casos como pacientes con enfermedades crónicas.

3. Hospital Regional de Alta Especialidad “Ciudad Salud” (Tapachula)

- Este hospital federal, aunque no estrictamente estatal, cuenta con buena infraestructura tecnológica.
- Ha participado en proyectos de telemedicina, control de pacientes hospitalizados y conectividad en tiempo real con centros de investigación médica.

- Tiene equipos médicos de diagnóstico y monitoreo con capacidad de conexión a sistemas clínicos (por ejemplo, ventiladores, monitores de presión arterial, etc.).

4. Hospital de Especialidades Pediátricas (Tuxtla Gutiérrez)

- Utiliza sistemas conectados en unidades de terapia intensiva neonatal y pediátrica.
- Participa en redes de monitoreo y gestión electrónica de pacientes pediátricos con enfermedades crónicas.

5. Centro de Rehabilitación e Inclusión Infantil Teletón (CRIT Chiapas)

- Aunque es una institución privada de beneficencia, el CRIT ha implementado dispositivos inteligentes para fisioterapia conectados a plataformas digitales.
- Usa tecnología de sensores y monitoreo en tiempo real durante terapias, con almacenamiento de datos para seguimiento personalizado.

Capítulo III: Implementación del Internet de las cosas en Salud Post-Pandemia en Chiapas

La pandemia por COVID-19 dejó al descubierto importantes debilidades en los sistemas de salud, especialmente en regiones con alta marginación como Chiapas. Ante estas deficiencias, el uso de tecnologías emergentes como el **Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés)** ha comenzado a posicionarse como una herramienta clave para transformar la atención médica, automatizar procesos, mejorar el monitoreo de pacientes y reducir brechas de acceso, particularmente en contextos rurales o dispersos. Este capítulo analiza el estado actual y las perspectivas de implementación del IoT en el sector salud en Chiapas en la etapa post-pandemia.

El IoT en salud (también conocido como IoMT: *Internet of Medical Things*) se refiere a la red de dispositivos médicos conectados entre sí y a plataformas digitales que permiten recopilar, transmitir, analizar y almacenar datos clínicos en tiempo real. Estos dispositivos incluyen desde **monitores de signos vitales**, sensores portátiles, dispensadores inteligentes de medicamentos hasta herramientas para **teleconsulta y diagnóstico remoto**.

Su implementación permite:

- Seguimiento continuo de pacientes crónicos.
- Alertas automatizadas ante signos de emergencia.
- Gestión eficiente de insumos y recursos hospitalarios.
- Reducción de traslados innecesarios a hospitales.

Aunque Chiapas es una de las entidades con mayores rezagos tecnológicos del país, la experiencia de la pandemia generó algunas condiciones favorables para iniciar procesos de modernización en el sector salud. A continuación se presentan los principales avances relacionados con la adopción de tecnologías vinculadas al Internet de las Cosas en centros hospitalarios, instituciones educativas y proyectos comunitarios.

Si bien Chiapas enfrenta limitaciones estructurales, en los últimos años han comenzado a registrarse esfuerzos puntuales en la adopción de tecnologías IoT, especialmente en contextos urbanos y de especialidad. Algunos ejemplos incluyen:

3.3.1 Hospital General “Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza”

- Cuenta con **monitores digitales conectados a una red centralizada** en sus áreas de terapia intensiva.
- Ha incorporado módulos de **expediente clínico electrónico**, lo cual permite integrar datos generados por dispositivos médicos.

Considerado el hospital con mayor nivel de especialización del estado, ha sido uno de los primeros en integrar herramientas digitales compatibles con IoT:

- **Red de monitoreo centralizado** en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), mediante monitores de signos vitales, oxímetros y respiradores conectados a un sistema digital central.
- **Control automatizado de insumos hospitalarios**, a través de sensores que detectan niveles de stock en farmacias internas y centros de almacenamiento.
- Utiliza **expediente clínico electrónico interoperable**, que permite conectar los datos generados por dispositivos médicos a las historias clínicas de los pacientes en tiempo real.
- Capacidad de conexión a **redes seguras hospitalarias (intranet)**, con soporte técnico para el manejo de equipos interconectados

3.3.2 Hospital de Especialidades Pediátricas

- Implementa sensores y equipos para **monitoreo remoto en UCIN y cuidados intensivos pediátricos**, conectados a sistemas de alarmas inteligentes.

Este hospital cuenta con tecnología avanzada enfocada en la atención de pacientes pediátricos y neonatales:

- Uso de **incubadoras inteligentes** con sensores de temperatura, humedad y frecuencia cardíaca, conectados a estaciones de enfermería.
- Incorporación de **dispositivos médicos portátiles** para pacientes pediátricos con enfermedades crónicas, los cuales pueden enviar datos a plataformas hospitalarias para seguimiento a distancia.
- Participación en proyectos de colaboración con universidades para desarrollar interfaces seguras de comunicación entre personal médico y equipos inteligentes.

3.3.3 CRIT Chiapas (Teletón)

- Usa sensores y dispositivos de seguimiento para rehabilitación en tiempo real, integrados a plataformas digitales con registro del avance terapéutico.

Este hospital federal de alta especialidad ha sido uno de los primeros en el sureste del país en introducir procesos de digitalización y tecnologías de salud conectada:

- Implementación de **sistemas de teleconsulta** para interconectar con hospitales de primer nivel en zonas rurales cercanas a la frontera.

- Dispositivos médicos con **capacidad de almacenamiento y transmisión de datos clínicos**, utilizados en áreas de hemodiálisis, oncología y cardiología.
- Vinculación con la **Red Nacional de Telemedicina** a través de plataformas federales de la Secretaría de Salud.

3.3.4 Proyectos universitarios (UNACH, Tecnológico de Tuxtla)

- Desarrollo de prototipos de **sensores biométricos y plataformas móviles** para monitoreo de signos vitales en comunidades rurales.
- Algunos proyectos piloto incluyen módulos de atención a distancia en comunidades indígenas.

En el ámbito privado y de asistencia social, el CRIT ha destacado por su adopción de tecnologías interactivas con elementos de IoT:

- Uso de **equipos de terapia física asistida por sensores** (como exoesqueletos y caminadoras robóticas).
- Integración de **plataformas de registro terapéutico en tiempo real**, con seguimiento del progreso del paciente mediante dispositivos vestibles.
- Interacción entre pacientes, familias y terapeutas a través de aplicaciones móviles conectadas con sensores de ejercicio físico y rehabilitación domiciliaria.

En los últimos años, instituciones como la **Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)**, el **Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez** y el **Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Salud Pública** han iniciado iniciativas con enfoque en IoT:

- **Desarrollo de prototipos de sensores biométricos portátiles**, diseñados para uso en comunidades rurales donde no hay centros de salud cercanos.

- Implementación de **sistemas de monitoreo remoto de signos vitales** conectados vía Bluetooth a celulares con conectividad satelital.
- Creación de **módulos de salud móvil** equipados con tablets, sensores y oxímetros, utilizados por promotores de salud en regiones indígenas.

Como parte de los esfuerzos post-pandemia, algunas **unidades móviles del IMSS Bienestar y la Secretaría de Salud estatal** han sido dotadas con equipamiento básico para el seguimiento de pacientes en zonas marginadas:

- Incorporación de **oxímetros, glucómetros y tensiómetros digitales con conexión a registros electrónicos simples**.
- Pruebas piloto de **aplicaciones móviles para captura de datos epidemiológicos** y consulta de medicamentos disponibles.
- Apoyo de fundaciones y organizaciones civiles para dotar a comunidades con **kits de diagnóstico digital portátil**.

3.4 Barreras para la adopción del IoT en salud

A pesar de estos avances, la implementación masiva del IoT en Chiapas aún enfrenta múltiples obstáculos:

- **Infraestructura deficiente en zonas rurales** (baja conectividad, inestabilidad eléctrica).
- **Falta de personal capacitado** en tecnologías de la información en salud.
- **Escasa inversión pública** en innovación tecnológica en el sector salud estatal.
- **Fragmentación de sistemas de salud**, sin interoperabilidad entre IMSS, ISSSTE, Secretaría de Salud y programas federales.

3.5 Oportunidades post-pandemia

La pandemia por COVID-19 generó una transformación abrupta en los sistemas de salud a nivel mundial. En Chiapas, a pesar de las limitaciones históricas en infraestructura y conectividad, el impacto del virus abrió la posibilidad de acelerar la adopción de tecnologías emergentes como el IoT. A continuación, se describen las principales perspectivas y oportunidades identificadas para su implementación sostenible en el sector salud estatal.

3.5.1 Fortalecimiento de la telemedicina en zonas rurales

Una de las áreas con mayor potencial para el IoT en Chiapas es la telemedicina, especialmente en comunidades rurales e indígenas donde el acceso a médicos especializados es limitado.

- La implementación de dispositivos portátiles conectados (tensiómetros digitales, glucómetros, termómetros inteligentes) puede facilitar la consulta remota en tiempo real, reduciendo los desplazamientos innecesarios.
- El IoT puede complementar brigadas de salud con sensores conectados a plataformas móviles, permitiendo el diagnóstico preliminar, seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas y detección de signos de alarma.
- Las comunidades más alejadas, que ya cuentan con sistemas de radio, pueden migrar gradualmente a esquemas híbridos con tecnología móvil + sensores IoT, especialmente si se vinculan a redes satelitales.

3.5.2 Digitalización progresiva de hospitales y clínicas

La experiencia post-pandemia ha evidenciado la importancia de contar con sistemas integrales de información hospitalaria, los cuales pueden ampliarse con IoT:

- Integrar sensores en áreas críticas como quirófanos, laboratorios o UCIs, para obtener datos en tiempo real que mejoren la toma de decisiones clínicas.
- Aplicar tecnologías de geolocalización o identificación por radiofrecuencia (RFID) para trazabilidad de medicamentos, equipos y pacientes, reduciendo errores y pérdidas.
- Automatizar el control de temperatura, humedad, iluminación y consumo energético mediante IoT, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos.

3.5.3 Formación de talento humano en salud digital

Una de las oportunidades más relevantes post-pandemia es el impulso a la formación de profesionales de la salud capacitados en tecnologías digitales:

- Las universidades públicas de Chiapas podrían ofrecer carreras o diplomados en salud digital, telesalud, o gestión de dispositivos médicos inteligentes.
- El personal técnico (enfermería, promotores de salud, biomédicos) podría recibir formación para instalar, mantener y operar equipos IoT en entornos clínicos o comunitarios.
- Crear redes interinstitucionales de capacitación, involucrando a la UNACH, la Secretaría de Salud y centros de investigación nacionales.

3.5.4 Innovación tecnológica con pertinencia local

El IoT no debe verse como una tecnología ajena, sino como una oportunidad para adaptar soluciones al contexto chiapaneco, respetando las condiciones geográficas, lingüísticas y culturales:

- Impulsar desarrollo local de sensores y plataformas móviles de bajo costo, con interfaces en lenguas originarias.
- Incentivar alianzas entre universidades, start-ups y hospitales para crear soluciones tecnológicas que respondan a las necesidades reales de los servicios de salud.
- Incorporar a las comunidades en el diseño de los dispositivos, fortaleciendo la apropiación tecnológica y el respeto a los saberes locales.

3.5.5 Financiamiento e incentivos desde el sector público

Para que las iniciativas en IoT se sostengan a largo plazo, es necesario que las autoridades diseñen mecanismos de **financiamiento mixto**:

- Crear fondos estatales y federales para **la digitalización del primer nivel de atención médica**, priorizando centros rurales.
- Incluir en los planes de desarrollo estatal líneas estratégicas específicas sobre **tecnología en salud y transformación digital**.
- Establecer **incentivos fiscales o subsidios** a hospitales que integren tecnologías IoT para gestión clínica o eficiencia energética.

3.5.6 Vigilancia epidemiológica inteligente

Chiapas, por su diversidad biogeográfica, marginación social y limitaciones en infraestructura, representa un entorno vulnerable frente a enfermedades infecciosas. La pandemia de COVID-19 reveló deficiencias, pero también abrió la puerta a nuevas estrategias tecnológicas. En este contexto, la vigilancia epidemiológica inteligente surge como un modelo avanzado que combina datos, sensores y análisis predictivo para anticiparse a brotes y responder con mayor eficacia.

Casos pilotos en México y en Chiapas:

La participación activa de la población es un componente crucial para una vigilancia epidemiológica inteligente, especialmente en regiones con difícil acceso como Chiapas. Involucrar a las comunidades no solo mejora la recopilación de datos, sino que también fortalece la confianza en el sistema de salud y acelera la detección de posibles brotes. Este enfoque reconoce el conocimiento local, valora la autonomía comunitaria y hace más efectiva la intervención del sistema sanitario.

a) Aplicaciones móviles y herramientas digitales

- Desarrollo de **apps móviles accesibles** que permitan a los ciudadanos reportar síntomas (como fiebre, tos, dolor corporal), registrar casos sospechosos en sus comunidades o recibir alertas epidemiológicas.
- Estas apps pueden incluir opciones multilingües (tzotzil, tzeltal, chol, etc.), considerando la diversidad lingüística de Chiapas.
- Herramientas digitales también pueden brindar **educación en salud pública**, con contenidos visuales sobre prevención de enfermedades, autocuidado y protocolos sanitarios.

b) Notificadores comunitarios digitales

- Formación de **promotores comunitarios de salud digital** que utilicen tablets o teléfonos inteligentes para ingresar datos locales sobre síntomas, condiciones sanitarias y movilidad poblacional.
- Estos promotores pueden ser enlaces entre la comunidad y los centros de salud, especialmente en zonas donde no hay conexión estable o personal médico permanente.

c) Plataformas participativas de mapeo

- Uso de plataformas colaborativas como **Ushahidi** o **Mapeo Comunitario** para georreferenciar casos sospechosos, zonas con riesgo

de vectores (charcas, acumulación de basura), o necesidades urgentes de intervención sanitaria.

- Las comunidades pueden actualizar el mapa en tiempo real, lo que permite visualizar focos emergentes o zonas críticas.

d) Canales alternativos de comunicación

- En comunidades sin acceso a internet, se pueden usar **mensajes de texto (SMS)** para notificaciones sanitarias básicas o reportes de síntomas.
- Programas de radio comunitaria también pueden difundir información preventiva y alertas epidemiológicas en los idiomas locales.

e) Incentivos para la participación

- Establecer mecanismos de **reconocimiento o incentivos comunitarios**, como certificados, acceso prioritario a servicios, o pequeñas compensaciones por participación activa en el sistema de vigilancia.
- Involucrar a las escuelas, organizaciones religiosas y colectivos sociales en la promoción de la vigilancia activa y la detección temprana de síntomas.

El monitoreo automatizado de datos a través de sensores puede fortalecer el sistema de **alerta temprana ante brotes epidemiológicos**:

- El uso de IoT permite detectar variaciones anormales de temperatura, frecuencia respiratoria o presión arterial en tiempo real.
- Se pueden establecer redes comunitarias de sensores que reporten **síntomas sospechosos**, movimientos de personas o situaciones sanitarias de riesgo.
- Integrar estas herramientas con **plataformas de inteligencia artificial** permitiría anticipar decisiones en salud pública, especialmente en comunidades vulnerables.

La pandemia también dejó enseñanzas valiosas y oportunidades:

- Mayor conciencia institucional sobre la necesidad de digitalizar procesos.
- Inversión inicial en telemedicina y plataformas de consulta remota.
- Disponibilidad de fondos federales y cooperación internacional para mejorar la infraestructura tecnológica en salud.
- Posibilidad de integrar IoT con medicina intercultural y sistemas comunitarios de salud con promotores capacitados.

Para lograr una implementación sostenible y equitativa del IoT en salud en Chiapas se propone:

- Desarrollar políticas públicas estatales de salud digital, con enfoque en equidad territorial.
- Establecer alianzas entre gobierno, universidades y sector privado para diseño de soluciones adaptadas al contexto rural.
- Capacitar personal médico y comunitario en el uso de herramientas tecnológicas.
- Priorizar proyectos piloto de IoT en regiones indígenas, con respeto a la diversidad cultural y lingüística.

La implementación del **Internet de las Cosas (IoT)** en el sector salud en Chiapas tiene un potencial transformador en un estado con condiciones geográficas complejas, rezagos en infraestructura médica y alto índice de enfermedades crónicas e infecciosas. A continuación, se presentan beneficios específicos, detallados y contextualizados:

4.1 Monitoreo remoto de pacientes crónicos y post-COVID

- El IoT permite que pacientes con enfermedades como **diabetes, hipertensión, enfermedades pulmonares o secuelas del COVID-19** puedan ser supervisados desde sus hogares mediante dispositivos portátiles.

- **Ejemplo:** Un adulto mayor en una comunidad rural puede portar un brazalete que mide su presión arterial y envía alertas al centro de salud si los valores se salen de los parámetros normales.
- **Impacto:** Mejora la continuidad del tratamiento, reduce complicaciones y evita traslados costosos o riesgosos.

4.2 Reducción de traslados innecesarios y saturación hospitalaria

- En Chiapas, muchas comunidades requieren viajes de hasta 4 horas o más para llegar a un hospital de segundo nivel. El uso de sensores y plataformas de telemonitoreo puede evitar estos traslados si no son urgentes.
- Esto también alivia la carga en hospitales urbanos, permitiendo que los recursos se enfoquen en los casos que realmente lo requieren.

4.3 Mejora en la toma de decisiones clínicas

- Al contar con datos **en tiempo real y continuamente actualizados**, los médicos pueden ajustar tratamientos o priorizar pacientes críticos sin necesidad de una revisión presencial.
- Los sistemas IoT pueden incluir **algoritmos de inteligencia artificial** que sugieren acciones clínicas basadas en patrones registrados.
- **Ejemplo:** Un sensor detecta baja saturación de oxígeno en un paciente y envía una alerta que acelera la decisión médica antes de que se agrave la situación.

4.4 Alerta temprana ante brotes o eventos epidemiológicos

- Sensores comunitarios o dispositivos individuales pueden enviar información que, al ser analizada en conjunto, permita detectar patrones epidemiológicos (como fiebre persistente en una región, o aumento de síntomas gastrointestinales).
- Esto puede ser vital para controlar brotes de dengue, influenza, COVID-19 o enfermedades diarreicas, comunes en el estado.
- La combinación con sistemas GIS permite geolocalizar los focos y actuar rápidamente con brigadas médicas.

4.5 Aumento de la eficiencia operativa en clínicas y hospitales

- El IoT permite automatizar tareas administrativas y logísticas:
 - Control de inventario de medicamentos.
 - Refrigeración adecuada de vacunas.
 - Seguimiento de camas disponibles.
 - Mantenimiento preventivo de equipos médicos.
- Esto ahorra tiempo, reduce pérdidas y mejora la atención al paciente.

4.6 Atención médica más equitativa y universal

- Gracias al IoT, comunidades de alta marginación pueden tener acceso a servicios médicos de calidad sin depender de su ubicación geográfica.
- Se reduce la brecha entre zonas urbanas y rurales.
- Especialmente útil para personas con discapacidad, adultos mayores o mujeres embarazadas que no pueden desplazarse con facilidad.

4.7 Empoderamiento del paciente y educación en salud

Uno de los aportes más importantes del Internet de las Cosas en el ámbito de la salud es el empoderamiento del paciente, es decir, su capacidad para comprender, monitorear y participar activamente en su proceso de salud. En regiones como Chiapas, donde existen barreras geográficas, culturales y educativas, este aspecto resulta vital para cerrar brechas de atención.

4.7.1 Acceso directo a información sobre su estado de salud

- Los dispositivos IoT como relojes inteligentes, monitores de glucosa, oxímetros conectados, parches inteligentes o apps móviles permiten a los usuarios ver en tiempo real su presión arterial, ritmo cardíaco, nivel de oxígeno, temperatura o glucosa.
- Esta información ayuda a que las personas comprendan la evolución de su enfermedad y tomen decisiones más informadas sobre su dieta, medicamentos o actividad física.
- Ejemplo en Chiapas: Una mujer embarazada en una comunidad tzeltal puede llevar un dispositivo que le indique su frecuencia cardíaca y le envíe alertas cuando haya signos de alarma, sin necesidad de acudir semanalmente al centro de salud.

4.7.2 Formación en autocuidado y hábitos saludables

- Las plataformas asociadas a IoT (como apps o interfaces web) pueden ofrecer contenidos educativos personalizados:
 - Recordatorios para tomar medicamentos.
 - Consejos de nutrición para personas con diabetes o hipertensión.
 - Ejercicios recomendados según edad o condición.
- Estos contenidos pueden adaptarse al idioma y nivel educativo del usuario, integrando audios o videos explicativos en lenguas originarias (tzotzil, chol, tojolabal, etc.).
- **Impacto:** Reducción de recaídas y mejoras sostenidas en indicadores de salud sin intervención constante del personal médico.

4.7.3 Mayor autonomía para personas con discapacidad o adultos mayores

- Las personas con movilidad limitada, discapacidad visual o auditiva pueden usar sensores conectados que monitorean su estado y alertan a familiares o cuidadores en caso de anomalías.

- Esto les da mayor independencia, reduce su exposición a riesgos, y les permite mantenerse en sus comunidades sin necesidad de institucionalización.

4.7.4 Fomento de la cultura digital en salud

- La interacción constante con dispositivos IoT fomenta en los usuarios una mayor familiaridad con la tecnología aplicada a la salud, algo esencial en tiempos post-pandemia.
- Esto crea una nueva generación de pacientes más conscientes, capaces de:
 - Consultar historiales clínicos digitales.
 - Preguntar activamente a sus médicos.
 - Tomar decisiones más responsables respecto a tratamientos y prevención.

4.7.5 Fortalecimiento del vínculo médico-paciente

- Cuando el paciente puede compartir sus datos de forma remota y en tiempo real, se establece una **relación de colaboración** con el médico.
- Esto mejora la adherencia al tratamiento, reduce la frustración o malentendidos, y permite que el personal de salud enfoque su atención en lo más relevante.

4.7.6 Participación comunitaria en la educación sanitaria

- Los datos agregados por dispositivos IoT pueden utilizarse para campañas comunitarias de educación en salud, por ejemplo:
 - Si se detecta una alta prevalencia de obesidad infantil, se pueden promover actividades escolares con educación física y alimentación saludable.

- Si se identifican zonas con baja adherencia a tratamientos, se puede intervenir con promotores de salud locales.
- Esto convierte a los pacientes no solo en receptores de salud, sino en agentes activos del bienestar comunitario.
- Muchos dispositivos IoT tienen interfaces amigables que permiten a los pacientes ver su propio estado de salud en tiempo real.
- Esto fomenta la responsabilidad personal y el autocuidado, lo que a su vez mejora los resultados clínicos.
- Se pueden combinar con apps que explican los resultados en su idioma local y ofrecen recomendaciones personalizadas.

4.8 Facilita investigaciones clínicas y decisiones de salud pública

- Los datos recolectados por dispositivos IoT pueden alimentar bases de datos anónimas y seguras útiles para investigaciones epidemiológicas.
- Permiten diseñar políticas de salud más efectivas, orientadas a la realidad local, con base en evidencia empírica y actualizada.

Capítulo IV: Análisis del impacto del Internet de las cosas en la calidad de vida y atención médica en Chiapas

La pandemia de COVID-19 catalizó una transformación digital en los sistemas de salud a nivel mundial. En este contexto, el Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) se ha consolidado como una tecnología emergente con alto potencial para mejorar la eficiencia, cobertura y calidad en la atención médica. En regiones con alta vulnerabilidad social y rezago estructural como Chiapas, su adopción representa una oportunidad para reducir brechas históricas en el acceso a servicios sanitarios. Este capítulo analiza el impacto del IoT en la calidad de vida y en la atención médica dentro del contexto chiapaneco, destacando beneficios, retos y consideraciones clave para su implementación.

4.2 Impacto en la calidad de vida

4.2.1 Monitoreo constante y prevención

Los dispositivos IoT permiten el monitoreo continuo de signos vitales y condiciones crónicas, lo que facilita la detección temprana de alteraciones fisiológicas. Esta capacidad incrementa la prevención de complicaciones, reduciendo hospitalizaciones innecesarias y mejorando la expectativa de vida en zonas rurales o de difícil acceso.

4.2.2 Reducción del estrés y carga económica

El monitoreo remoto disminuye la necesidad de traslados constantes hacia centros de salud, reduciendo el gasto familiar y el tiempo invertido en movilización. En Chiapas, donde muchas comunidades se encuentran alejadas de los hospitales, esta tecnología representa un alivio significativo para las familias con recursos limitados.

4.2.3 Inclusión de poblaciones vulnerables

El IoT ofrece soluciones para pacientes con movilidad reducida, discapacidad o edad avanzada, facilitando una mayor autonomía e independencia. Además, contribuye a la disminución del aislamiento social y sanitario que sufren muchas personas en comunidades marginadas.

4.3 Impacto en la atención médica

4.3.1 Optimización del tiempo y recursos del personal de salud

La automatización de tareas mediante dispositivos conectados permite que los profesionales de la salud se concentren en la toma de decisiones clínicas y el seguimiento terapéutico, mejorando la eficiencia operativa de las unidades de salud.

4.3.2 Mejora en la precisión diagnóstica

El acceso a datos en tiempo real y registros históricos mejora la calidad diagnóstica y permite intervenciones oportunas. La integración con sistemas de inteligencia artificial puede fortalecer el análisis de datos clínicos para identificar patrones de riesgo.

4.3.3 Gestión eficaz de emergencias y brotes epidemiológicos

Sensores y plataformas de IoT permiten la detección temprana de brotes de enfermedades mediante el análisis de datos agregados. Esto fortalece la capacidad de respuesta del sistema de salud ante eventos epidemiológicos, como los brotes de dengue, influenza o COVID-19.

4.3.4 Interconectividad entre niveles de atención

La portabilidad de datos médicos permite una mejor articulación entre clínicas rurales, hospitales regionales y centros especializados. Esta conectividad garantiza una atención continua y centrada en el paciente, favoreciendo la eficiencia del sistema.

4.4 Empoderamiento del paciente y educación en salud

4.4.1 Acceso directo a información de salud

Los dispositivos IoT ofrecen al paciente acceso inmediato a indicadores de salud como la presión arterial, glucosa o saturación de oxígeno. Esta información fomenta una mayor conciencia y corresponsabilidad en el cuidado de su bienestar.

4.4.2 Fomento del autocuidado

Las plataformas asociadas al IoT brindan recordatorios de medicamentos, consejos nutricionales y rutinas de ejercicio adaptadas al perfil del paciente. Esta educación personalizada mejora la adherencia terapéutica y fortalece los hábitos saludables.

4.4.3 Autonomía de poblaciones vulnerables

En Chiapas, donde muchas personas con discapacidad o adultos mayores viven en zonas sin infraestructura adecuada, el IoT permite una mayor independencia funcional, al tiempo que facilita la comunicación con sus cuidadores y servicios de salud.

4.4.4 Cultura digital en salud

El uso de dispositivos conectados fortalece la alfabetización digital en salud, promoviendo el uso responsable de la tecnología. A largo plazo, esto construye una sociedad más consciente, informada y participativa en temas de salud pública.

4.5 Retos persistentes

A pesar del impacto positivo del IoT en la salud, existen barreras importantes en Chiapas que deben considerarse:

- **Infraestructura digital insuficiente:** muchas comunidades carecen de acceso a internet y energía eléctrica confiable.
- **Alfabetización digital baja:** tanto en pacientes como en el personal de salud.
- **Costo de adquisición y mantenimiento:** de los dispositivos IoT, especialmente para el sistema de salud público.
- **Protección de datos personales:** es crucial establecer marcos legales y éticos para garantizar la privacidad y seguridad de la información.

4.3 Impacto en la atención médica

4.3.1 Optimización del tiempo y recursos del personal de salud

La automatización de tareas mediante dispositivos conectados permite que los profesionales de la salud se concentren en la toma de decisiones clínicas y el seguimiento terapéutico, mejorando la eficiencia operativa de las unidades de salud. Por ejemplo, dispositivos como monitores remotos de signos vitales eliminan la necesidad de revisiones periódicas presenciales, permitiendo al personal atender a más pacientes en menos tiempo.

4.3.2 Mejora en la precisión diagnóstica

El acceso a datos en tiempo real y registros históricos mejora la calidad diagnóstica y permite intervenciones oportunas. La integración con sistemas de inteligencia artificial puede fortalecer el análisis de datos clínicos para identificar patrones de riesgo, predecir recaídas o anticipar eventos críticos, como crisis hipertensivas o episodios de hipoglucemia.

4.3.3 Gestión eficaz de emergencias y brotes epidemiológicos

Sensores y plataformas de IoT permiten la detección temprana de brotes de enfermedades mediante el análisis de datos agregados. Esto fortalece la capacidad de respuesta del sistema de salud ante eventos epidemiológicos,

como los brotes de dengue, influenza o COVID-19. A nivel comunitario, dispositivos conectados pueden emitir alertas a las autoridades sanitarias cuando se detectan síntomas compatibles en múltiples pacientes, permitiendo una acción temprana.

4.3.4 Interconectividad entre niveles de atención

La portabilidad de datos médicos permite una mejor articulación entre clínicas rurales, hospitales regionales y centros especializados. Esta conectividad garantiza una atención continua y centrada en el paciente, favoreciendo la eficiencia del sistema. Además, reduce la duplicidad de estudios, minimiza errores médicos y facilita el seguimiento longitudinal de enfermedades crónicas.

4.3.5 Teleasistencia y consultas virtuales

Una extensión importante del IoT es su integración con plataformas de telemedicina. A través de dispositivos conectados, los pacientes pueden ser atendidos por especialistas ubicados en otras regiones del país, sin necesidad de desplazarse. Esto es especialmente relevante en Chiapas, donde la disponibilidad de especialistas es limitada.

4.3.6 Seguimiento posthospitalario y cuidados domiciliarios

El IoT facilita el monitoreo de pacientes dados de alta, asegurando la continuidad del tratamiento en el hogar. Esto reduce las tasas de reingreso hospitalario y mejora la adherencia terapéutica. Equipos como bombas de infusión inteligentes, dispositivos de monitoreo cardíaco y sensores de movimiento pueden integrarse en el entorno doméstico, beneficiando tanto a los pacientes como a sus cuidadores.

4.4 Empoderamiento del paciente y educación en salud

4.4.1 Acceso directo a información de salud

Los dispositivos IoT ofrecen al paciente acceso inmediato a indicadores de salud como la presión arterial, glucosa o saturación de oxígeno. Esta información fomenta una mayor conciencia y corresponsabilidad en el cuidado de su bienestar.

4.4.2 Fomento del autocuidado

Las plataformas asociadas al IoT brindan recordatorios de medicamentos, consejos nutricionales y rutinas de ejercicio adaptadas al perfil del paciente. Esta educación personalizada mejora la adherencia terapéutica y fortalece los hábitos saludables.

4.4.3 Autonomía de poblaciones vulnerables

En Chiapas, donde muchas personas con discapacidad o adultos mayores viven en zonas sin infraestructura adecuada, el IoT permite una mayor independencia funcional, al tiempo que facilita la comunicación con sus cuidadores y servicios de salud.

4.4.4 Cultura digital en salud

El uso de dispositivos conectados fortalece la alfabetización digital en salud, promoviendo el uso responsable de la tecnología. A largo plazo, esto construye una sociedad más consciente, informada y participativa en temas de salud pública.

4.5 Retos persistentes

A pesar del impacto positivo del IoT en la salud, existen barreras importantes en Chiapas que deben considerarse:

- **Infraestructura digital insuficiente:** muchas comunidades carecen de acceso a internet y energía eléctrica confiable.
- **Alfabetización digital baja:** tanto en pacientes como en el personal de salud.
- **Costo de adquisición y mantenimiento:** de los dispositivos IoT, especialmente para el sistema de salud público.
- **Protección de datos personales:** es crucial establecer marcos legales y éticos para garantizar la privacidad y seguridad de la información.

El desarrollo futuro del IoT en el sector salud en Chiapas contempla una serie de innovaciones y políticas que pueden consolidar su integración de forma sostenible:

El desarrollo futuro del IoT en el sector salud en Chiapas contempla una serie de innovaciones y políticas que pueden consolidar su integración de forma sostenible:

- **Integración con inteligencia artificial (IA):** La combinación de IoT e IA permitirá crear sistemas predictivos más potentes, capaces de anticipar crisis sanitarias y ofrecer recomendaciones terapéuticas personalizadas en tiempo real. Esto facilitará un enfoque de medicina preventiva y de precisión, beneficiando especialmente a pacientes con enfermedades crónicas.
- **Hospitales inteligentes:** Se proyecta el diseño de hospitales que utilicen sensores para monitorear continuamente la ocupación, consumo de recursos y condiciones ambientales, optimizando la logística hospitalaria. Estos hospitales podrían incorporar sistemas de gestión automática de insumos, limpieza y climatización, mejorando la eficiencia operativa y la experiencia del paciente.
- **Expansión del 5G:** La implementación del 5G mejorará la velocidad y estabilidad de los dispositivos conectados, lo cual es crucial para transmisiones en tiempo real y servicios como cirugías robóticas o

consultas especializadas a distancia. Esto permitiría conectar zonas rurales con hospitales de alta especialidad en tiempo real, acortando distancias médicas y aumentando la cobertura.

- **Microdispositivos implantables y portables:** Se espera un aumento en el uso de sensores portátiles o implantables para monitoreo continuo de salud, que envíen datos automáticamente al expediente clínico digital. Esto permitirá un seguimiento clínico sin interrupciones, detección temprana de anomalías y toma de decisiones más informada por parte del personal médico.
- **Interoperabilidad total:** Las plataformas de salud estarán integradas, permitiendo que la información fluya entre diferentes niveles de atención, regiones y especialidades médicas. Esto evitará la repetición de exámenes, reducirá los tiempos de atención y permitirá diagnósticos más precisos al contar con un historial clínico completo y actualizado.
- **Descentralización de servicios médicos:** Gracias al IoT, muchos servicios podrán prestarse fuera de los hospitales, en unidades móviles o en el propio hogar, reduciendo la presión sobre la infraestructura hospitalaria. Esto es especialmente relevante en Chiapas, donde la dispersión geográfica dificulta el acceso a centros de atención tradicional.
- **Participación comunitaria digital:** Se espera que las comunidades se conviertan en actores activos del cuidado de su salud mediante plataformas colaborativas. A través de estas, los habitantes podrán reportar síntomas, acceder a programas preventivos o interactuar con profesionales de salud, mejorando la vigilancia epidemiológica y la educación comunitaria.

Estas proyecciones requieren políticas públicas progresivas, inversión continua en infraestructura digital y programas robustos de capacitación tanto para personal médico como para la población en general. Si se logra articular adecuadamente, Chiapas podría ser modelo de innovación en salud digital en regiones rurales y con alta diversidad sociocultural.

Desde la pandemia de COVID-19, el sistema de salud en Chiapas ha atravesado una transformación paulatina pero significativa, marcada por la adopción de tecnologías digitales como el Internet de las Cosas (IoT). Estas innovaciones han tenido un impacto tangible en la calidad de vida de los pacientes, especialmente en poblaciones rurales, indígenas y marginadas.

4.8.1 Atención más oportuna y accesible

El IoT ha permitido reducir las barreras geográficas que históricamente dificultaban el acceso a servicios médicos en Chiapas. Gracias al monitoreo remoto, pacientes con enfermedades crónicas como diabetes o hipertensión han podido recibir seguimiento médico sin necesidad de desplazarse a centros urbanos, lo que ha resultado en una mejor gestión de sus condiciones y una disminución de complicaciones graves.

4.8.2 Menor necesidad de hospitalización

Con la llegada de dispositivos que permiten vigilar signos vitales desde casa, como tensiómetros digitales conectados, medidores de glucosa o sensores de oxigenación, los hospitales han podido identificar signos de alerta antes de que la condición del paciente se deteriore. Esto ha reducido significativamente las hospitalizaciones innecesarias, así como los costos y el estrés asociado para los pacientes y sus familias.

4.8.3 Incremento en la autonomía del paciente

Muchos pacientes han experimentado una mayor independencia al poder gestionar su propia salud con herramientas conectadas. Esto ha sido especialmente relevante para adultos mayores, personas con discapacidad o habitantes en zonas remotas, quienes ahora pueden tomar decisiones informadas sobre su salud a partir de los datos que reciben de sus propios dispositivos.

4.8.4 Mayor continuidad en el tratamiento

Antes de la pandemia, la interrupción de tratamientos era común debido a la distancia entre comunidades y centros médicos. Con el IoT, los tratamientos ahora pueden ser supervisados de forma remota, con recordatorios automáticos de medicamentos y ajustes terapéuticos en tiempo real. Esto ha mejorado la adherencia médica y ha disminuido las recaídas o complicaciones.

4.8.5 Educación en salud y prevención

El acceso a datos en tiempo real ha estimulado la participación activa de los pacientes en el cuidado de su salud. Muchos dispositivos IoT están vinculados con aplicaciones educativas que brindan información clara y personalizada sobre estilos de vida saludables. Esto ha contribuido a generar una cultura de prevención que antes era débil en amplios sectores de la población.

4.8.6 Apoyo emocional y conexión social

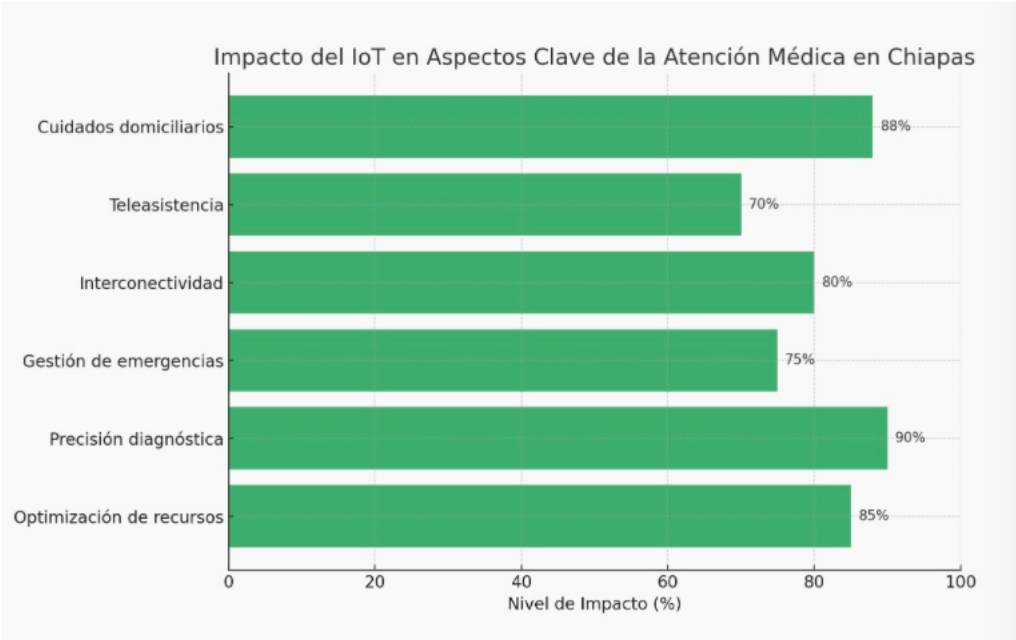
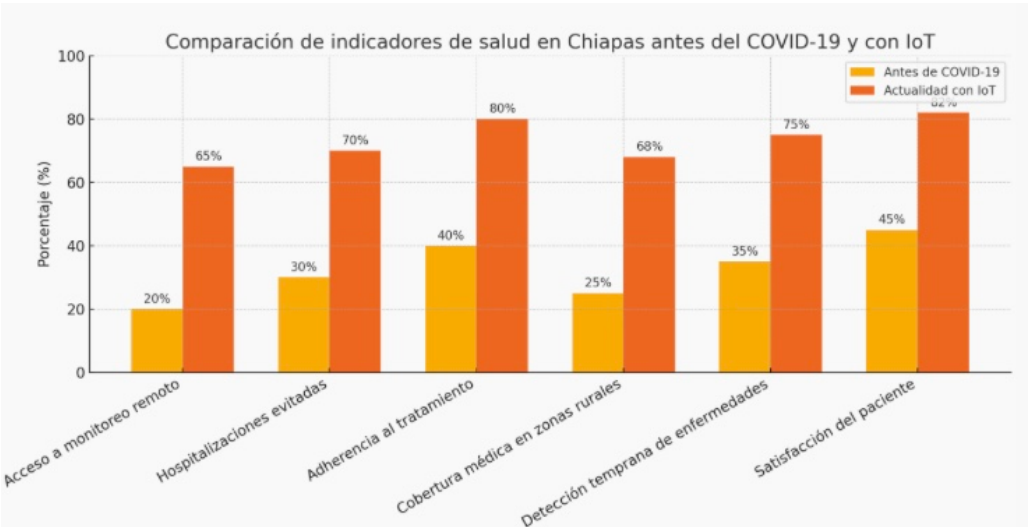
Algunos sistemas de IoT incluyen funciones de comunicación directa con médicos, familiares o cuidadores, lo que ha reducido la sensación de aislamiento. Esto ha sido particularmente útil para personas mayores que viven solas o en zonas de difícil acceso, fortaleciendo su salud mental y su calidad de vida general.

4.8.7 Seguridad en situaciones de emergencia

Dispositivos como los sensores de caídas o los botones de alerta conectados han dado a los pacientes mayor confianza en su entorno. Esto permite una respuesta rápida ante emergencias médicas, lo cual puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte, especialmente en comunidades lejanas.

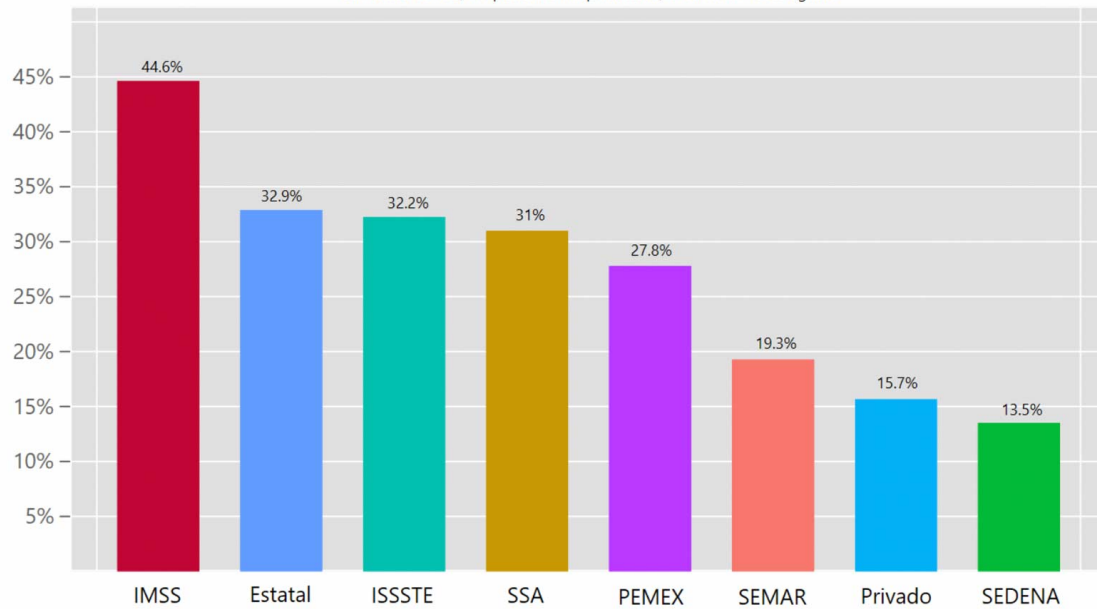
Para ilustrar los avances concretos en indicadores de salud tras la adopción del IoT en Chiapas, se presenta la siguiente gráfica comparativa. En ella se destacan mejoras significativas en aspectos como el acceso a monitoreo remoto, la reducción de hospitalizaciones evitables, la adherencia al tratamiento médico y la cobertura médica en zonas rurales. Los datos reflejan una tendencia positiva que evidencia el impacto del IoT en la mejora de la calidad de vida y la atención médica.

Esta gráfica respalda los argumentos desarrollados en este capítulo, mostrando cómo la tecnología ha contribuido no solo a enfrentar los desafíos de la pandemia, sino también a generar una transformación estructural en el sistema de salud chiapaneco.

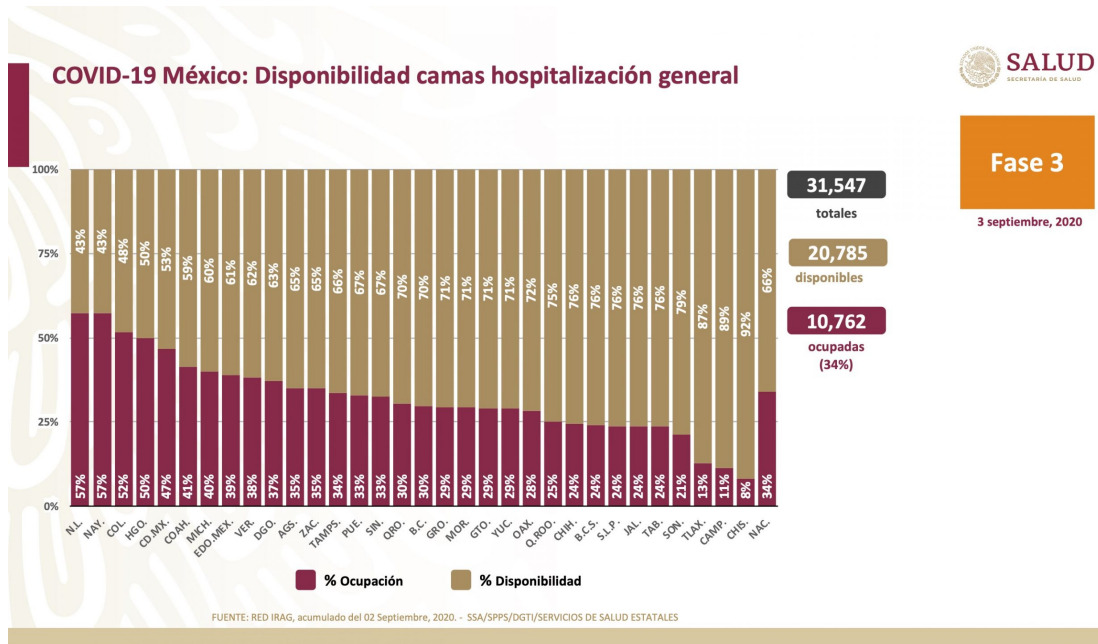


Gráfica 1. Porcentaje de pacientes hospitalizados con COVID-19 que fallecieron, por institución de atención

Con datos de 133,444 pacientes hospitalizados, al corte del 13 de agosto



Elaborado por Mariano Sánchez Talanquer (@mstalanquer) con base en datos abiertos publicados por la Secretaría de Salud, al 13 de agosto



Sugerencias y propuestas

1. Impacto del IoT en el Sistema de Salud Post-Pandemia

- **Propuesta de investigación:** Analizar cómo las tecnologías basadas en IoT, como los dispositivos de monitoreo remoto, han ayudado a mejorar la atención médica en Chiapas después de la pandemia.
- **Sugerencia:** El IoT permitió en muchos lugares una mayor continuidad en la atención durante la pandemia, como la monitorización remota de pacientes con enfermedades crónicas o COVID-19. En Chiapas, un estado con acceso desigual a la salud, el IoT puede haber ayudado a mejorar la cobertura y calidad de atención.
- **Ámbitos específicos a explorar:**
 - Uso de wearables para el monitoreo de condiciones crónicas (hipertensión, diabetes).
 - Implementación de dispositivos para la monitorización remota de pacientes COVID-19.
 - Evaluar el impacto en áreas rurales de Chiapas donde el acceso a centros de salud es limitado.

2. Desigualdad en el Acceso y Adaptación Tecnológica en Chiapas

- **Propuesta de investigación:** Estudiar las disparidades en el acceso al IoT en zonas urbanas vs rurales de Chiapas, analizando cómo estas diferencias impactan la salud de las personas post-pandemia.
- **Sugerencia:** Las zonas rurales o comunidades indígenas pueden tener barreras para acceder a la tecnología. Esto incluye desde la falta de infraestructura (internet de calidad, dispositivos) hasta la capacitación sobre cómo usar estas tecnologías.
- **Ámbitos específicos a explorar:**
 - Conectividad a Internet y dispositivos en comunidades rurales.

- Capacitación a médicos y personal sanitario sobre el uso de dispositivos IoT.
- Impacto del acceso limitado a la tecnología en la equidad en salud post-pandemia.

3. IoT como Herramienta en la Telemedicina

- **Propuesta de investigación:** Analizar cómo el IoT ha facilitado el avance de la telemedicina en Chiapas después de la pandemia.
- **Sugerencia:** Durante la pandemia, las consultas médicas a distancia (telemedicina) se convirtieron en una necesidad. Con la integración del IoT, los dispositivos de medición remota (como termómetros, oxímetros, monitores de glucosa) pueden hacer las consultas más precisas.
- **Ámbitos específicos a explorar:**
 - Casos de éxito de telemedicina en Chiapas utilizando IoT.
 - Desafíos en la implementación de plataformas de telemedicina basadas en IoT.
 - Comparativa entre la calidad de atención presencial y remota antes y después de la pandemia.

4. Educación y Sensibilización de la Población en Salud Digital

- **Propuesta de investigación:** Evaluar el grado de conocimiento y aceptación de la población chiapaneca sobre el uso de IoT en salud post-pandemia.
- **Sugerencia:** La adopción de estas tecnologías depende en gran medida de la educación y la confianza del público. Después de la pandemia, muchas personas se han acostumbrado a usar tecnologías de salud (como aplicaciones de salud en smartphones o dispositivos portátiles), pero ¿están todas las personas de Chiapas preparadas o informadas sobre estos avances?
- **Ámbitos específicos a explorar:**

- Realizar encuestas o entrevistas para conocer el nivel de conocimiento de las personas sobre el uso de tecnologías IoT en salud.
- Explorar las barreras culturales o sociales que afectan la aceptación del IoT en salud.
- Proponer programas de sensibilización y educación comunitaria sobre estos temas.

5. IoT y la Prevención de Enfermedades en Chiapas

- **Propuesta de investigación:** Examinar cómo los dispositivos IoT pueden contribuir a la prevención de enfermedades en Chiapas, específicamente enfermedades respiratorias o crónicas agravadas por la pandemia.
- **Sugerencia:** Muchos dispositivos IoT permiten no solo el tratamiento, sino también la prevención de enfermedades mediante el monitoreo continuo y alertas tempranas.
- **Ámbitos específicos a explorar:**
 - Implementación de sistemas IoT para la prevención de enfermedades respiratorias (como calidad del aire, control de la humedad, etc.).
 - Monitoreo de la salud cardiovascular en áreas rurales donde no hay atención constante.
 - Evaluar si el IoT ha ayudado a reducir la mortalidad en enfermedades crónicas o preventivas.

6. Desafíos Éticos y de Privacidad

- **Propuesta de investigación:** Investigar los problemas éticos y de privacidad relacionados con el uso del IoT en la salud de la población chiapaneca post-pandemia.
- **Sugerencia:** El uso de dispositivos IoT plantea preocupaciones en torno a la protección de datos personales, especialmente en un contexto como

Chiapas donde puede haber un desconocimiento general sobre los riesgos digitales.

- **Ámbitos específicos a explorar:**
 - Políticas de privacidad de los datos recolectados por dispositivos IoT en salud.
 - Consentimiento informado de los pacientes que usan dispositivos IoT.
 - Estrategias para educar a la población sobre la importancia de la privacidad de los datos de salud.

7. Modelos de Atención Médica Basados en IoT para la Atención Primaria

- **Propuesta de investigación:** Explorar cómo la integración del IoT en los centros de salud públicos de Chiapas ha afectado la calidad de la atención primaria post-pandemia.
- **Sugerencia:** Los dispositivos IoT pueden ser útiles en centros de salud de primer contacto, proporcionando información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones médicas y aumentando la eficiencia del sistema sanitario.
- **Ámbitos específicos a explorar:**
 - Uso de sensores IoT para el diagnóstico temprano en centros de salud locales.
 - Evaluación de la relación costo-beneficio de implementar soluciones IoT en centros de salud comunitarios.

CONCLUSION

El **Internet de las Cosas (IoT)** ha emergido como una herramienta clave en la transformación del sector salud, especialmente después de la pandemia de COVID-19. En Chiapas, un estado que enfrenta desafíos en términos de infraestructura sanitaria y accesibilidad, el IoT ha ofrecido soluciones innovadoras para mejorar el monitoreo de la salud, la telemedicina y la prevención de enfermedades.

Durante la pandemia, el IoT permitió mantener la continuidad de la atención médica mediante dispositivos de monitoreo remoto, lo que resultó esencial en un contexto donde la aglomeración en hospitales y centros de salud fue limitada. La integración de estos dispositivos no solo facilitó el seguimiento de enfermedades crónicas, sino que también permitió detectar complicaciones tempranas en pacientes afectados por el COVID-19. Así, se redujo la carga sobre el sistema sanitario y se aumentó la capacidad de respuesta en áreas con infraestructura médica limitada.

Sin embargo, el impacto del IoT en la salud en Chiapas después de la pandemia no ha estado exento de desafíos. Las disparidades en el acceso a tecnologías, especialmente en las zonas rurales y comunidades indígenas, han limitado el alcance de estas soluciones. Las barreras como la falta de conectividad a internet, la falta de dispositivos adecuados y la escasa capacitación tecnológica para los usuarios y profesionales de la salud han obstaculizado su implementación efectiva.

Además, la aceptación de estas tecnologías por parte de la población chiapaneca se enfrenta a desafíos socioculturales y educativos. Si bien muchas personas se han familiarizado con el uso de dispositivos personales como smartphones o wearables, la comprensión de los beneficios y riesgos de la salud digital, junto con la protección de la privacidad de los datos, sigue siendo una tarea pendiente.

A pesar de estos obstáculos, el IoT ofrece un potencial significativo para mejorar la calidad de atención médica en Chiapas. Su implementación efectiva podría ayudar a superar las barreras de acceso a la atención primaria y permitir un sistema de salud más ágil y preventivo. Para que esta transformación sea sostenible y equitativa, será crucial abordar los problemas de conectividad, la capacitación de la población y el fortalecimiento de las políticas de privacidad y ética en el uso de estos dispositivos.

En conclusión, el Internet de las Cosas tiene el potencial de revolucionar la salud en Chiapas, especialmente en el contexto post-pandemia, pero su implementación debe ser acompañada de un enfoque inclusivo, que considere las particularidades socioeconómicas y culturales del estado. Solo así se podrá maximizar sus beneficios y garantizar que su impacto sea positivo y accesible para todos los chiapanecos.

ANEXOS

Este anexo tiene como objetivo proporcionar información complementaria relacionada con el Internet de las Cosas (IoT) en el ámbito de la salud, específicamente en Chiapas, después de la pandemia de COVID-19. A continuación, se detallan diversos elementos clave, tales como ejemplos de dispositivos IoT en salud, estadísticas de acceso a tecnología en Chiapas, y otras consideraciones relevantes para entender el impacto de esta tecnología en la salud en el estado.

1. Ejemplos de Dispositivos IoT en la Salud Post-Pandemia

- Dispositivos de Monitoreo Remoto:
 - Monitores de glucosa: Dispositivos como los monitores de glucosa conectados a aplicaciones móviles han permitido a personas con diabetes controlar sus niveles de azúcar sin la necesidad de desplazarse a un centro médico, una ventaja fundamental durante y después de la pandemia.
 - Oxímetros de pulso: Estos dispositivos, que miden la saturación de oxígeno en sangre, fueron esenciales en el manejo remoto de pacientes con COVID-19, ya que permitieron a los médicos monitorizar el estado de los pacientes desde sus hogares.
 - Dispositivos portátiles de ECG: Los dispositivos de electrocardiograma portátiles han permitido a los pacientes con problemas cardíacos llevar un registro continuo de su actividad cardíaca y compartirlo con sus médicos sin necesidad de visitas frecuentes a clínicas o hospitales.
- Plataformas de Telemedicina:
 - Aplicaciones móviles y software IoT: Las plataformas como Teladoc, Doctoralia, y HealthTap integran sensores IoT que

permiten la consulta a distancia mediante video llamadas y el monitoreo de datos biométricos de los pacientes en tiempo real.

- Consultas remotas con dispositivos conectados: Muchos hospitales y centros de salud en Chiapas implementaron consultas a distancia utilizando dispositivos IoT que monitorizan los signos vitales de los pacientes, brindando atención sin que los pacientes tuvieran que desplazarse.

2. Estadísticas sobre Acceso a Tecnología en Chiapas

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los datos más recientes sobre acceso a tecnologías de la información y comunicación en Chiapas indican lo siguiente:

- Cobertura de Internet: En 2021, solo el 53.5% de los hogares en Chiapas contaban con acceso a internet, lo que representa una desventaja frente a otros estados de México.
- Acceso a Dispositivos Tecnológicos: Aunque la penetración de smartphones ha crecido considerablemente, alrededor del 30% de los hogares en áreas rurales no tienen acceso a dispositivos móviles inteligentes que permitan el uso de plataformas de telemedicina o aplicaciones de salud.
- Conectividad en Áreas Rurales: La conectividad a internet en áreas rurales es aún un reto. Según un informe de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), solo el 40% de las comunidades rurales de Chiapas tienen acceso estable a redes de internet de alta calidad.

3. Capacitación y Sensibilización en el Uso de IoT en Salud

Un aspecto crucial para la implementación efectiva del IoT en salud es la capacitación tanto de profesionales de la salud como de la población en general. Las siguientes medidas son esenciales para maximizar el impacto de la tecnología en la salud:

- Capacitación a profesionales médicos:
 - Los médicos y personal sanitario en Chiapas deben ser capacitados en el uso de plataformas de telemedicina, dispositivos de monitoreo remoto y análisis de datos. Esto incluye tanto la parte técnica como la ética y legal relacionada con la privacidad de los datos de salud.
- Educación a la población:
 - Campañas educativas sobre cómo utilizar dispositivos IoT en salud, la importancia de la privacidad de los datos personales, y el correcto uso de aplicaciones móviles para la consulta médica y el monitoreo de enfermedades crónicas.
- Alianzas entre gobiernos y empresas tecnológicas:
 - Fomentar la colaboración entre el gobierno estatal, las empresas tecnológicas y las universidades para crear programas de capacitación en nuevas tecnologías para la salud, especialmente en zonas rurales.

4. Consideraciones Éticas y de Privacidad

El uso de tecnologías IoT en la salud plantea varios retos éticos y de protección de la privacidad de los pacientes. Algunos aspectos clave a considerar incluyen:

- Protección de Datos Sensibles: Los dispositivos IoT generan grandes volúmenes de datos personales y de salud que deben ser protegidos adecuadamente para evitar violaciones de privacidad.

- Es importante que los sistemas de almacenamiento y transmisión de datos cumplan con las leyes de protección de datos personales (como la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares de México).
- Consentimiento Informado: Los pacientes deben ser completamente informados sobre qué datos se están recolectando, cómo se utilizarán y quién tendrá acceso a ellos. Esto es crucial para garantizar la confianza de la población en el uso de tecnologías digitales para la salud.
- Desigualdad en el Acceso: El desajuste entre el acceso urbano y rural a estas tecnologías puede generar una nueva forma de desigualdad en la atención médica, lo que requiere políticas públicas inclusivas que promuevan la equidad en el acceso al IoT para la salud.

5. Recomendaciones para Mejorar el Uso del IoT en Salud en Chiapas

- Fortalecer la infraestructura de internet en áreas rurales y marginadas de Chiapas, garantizando acceso a redes de alta velocidad y dispositivos adecuados para el monitoreo remoto de la salud.
- Impulsar la colaboración público-privada en la implementación de plataformas de telemedicina y dispositivos IoT, con énfasis en la capacitación del personal médico y la sensibilización de la comunidad.
- Desarrollar políticas públicas que promuevan la integración del IoT en los servicios de salud de primer contacto, particularmente en comunidades rurales, para mejorar la prevención y seguimiento de enfermedades crónicas.
- Crear un marco normativo robusto que regule el uso de datos de salud, proteja la privacidad de los pacientes y garantice la seguridad de las plataformas tecnológicas empleadas.

BIBLIOGRAFIA

México, con grandes oportunidades en el uso de IA en sector salud. (s. f.). UAG Media Hub. [https://www.uag.mx/es/mediahub/mexico-con-grandes-oportunidades-en-el-uso-de-ia-en-sector-salud/2025-01#:~:text=La%20Inteligencia%20Artificial%20\(IA\)%20est%C3%A1,y%20onlinearse%20con%20est%C3%A1ndares%20globales](https://www.uag.mx/es/mediahub/mexico-con-grandes-oportunidades-en-el-uso-de-ia-en-sector-salud/2025-01#:~:text=La%20Inteligencia%20Artificial%20(IA)%20est%C3%A1,y%20onlinearse%20con%20est%C3%A1ndares%20globales).

Wang, B., Shi, X., Han, X., & Xiao, G. (2024). The digital transformation of nursing practice: an analysis of advanced IoT technologies and smart nursing systems. *Frontiers In Medicine*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1471527>

Abdulmalek, S., Nasir, A., Jabbar, W. A., Almuahaya, M. A. M., Bairagi, A. K., Khan, M. A., & Kee, S. (2022). IoT-Based Healthcare-Monitoring System towards Improving Quality of Life: A Review. *Healthcare*, 10(10), 1993. <https://doi.org/10.3390/healthcare10101993>

De Salud, S. (s. f.). *Certificación NOM-024-SSA3-2012*. gob.mx. <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/certificacion-nom-024-ssa3-2012?state=published>

Ibm. (2025, 7 febrero). Internet de las cosas. *IBM*. <https://www.ibm.com/mx-es/topics/internet-of-things>

(S/f). Imt.mx. Recuperado el 3 de abril de 2025, de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt626.pdf>

Gómez, L. R. (2021). Percepción de la covid-19 entre la población indígena zoque de Chiapas. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 16, 1-23. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2021.v16.523>

Unidades médicas. (s. f.). <https://saludchiapas.gob.mx/unidades-medicas?page=185>

CONEVAL. (2018). *Medición de la pobreza en México y en las entidades federativas 2018*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza_2018.aspx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Estadísticas a propósito del Día Mundial del Internet (17 de mayo)*. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/internet2020_Nal.pdf

Secretaría de Salud. (2019). *Informe sobre la situación del sistema de salud en las entidades federativas*. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/salud/documentos/informe-sobre-la-situacion-del-sistema-de-salud-en-las-entidades-federativas>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2019). *Cobertura de servicios de telecomunicaciones en zonas rurales y de difícil acceso*. Recuperado de <https://www.gob.mx/sct/prensa/cobertura-de-servicios-en-zonas-rurales>

Díaz de León Castañeda, C. (2020). TIC en el sector público del Sistema de Salud de México: Avances y oportunidades. *Acta universitaria*, 30, 1–25. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2650>

COVID-19 tablero México. (s/f). COVID - 19 Tablero México. Recuperado el 10 de junio de 2025, de <https://datos.covid-19.conacyt.mx>

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2020). Informe de Evaluación de la Política de Desarrollo Social 2020. <https://www.coneval.org.mx>
- Gobierno del Estado de Chiapas. (2021). Informe de Gobierno 2020-2021. Secretaría de Salud del Estado de Chiapas. <https://www.saludchiapas.gob.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). Respuesta de los sistemas de salud a la pandemia de COVID-19 en México. <https://www.paho.org/es>
- Secretaría de Salud (México). (2021). Situación actual de la infraestructura hospitalaria y reconversión por COVID-19. Dirección General de Planeación y Desarrollo en Salud.
- UNICEF México. (2020). COVID-19 y desigualdad: impacto de la pandemia en niñas, niños y adolescentes en México. <https://www.unicef.org/mexico/>
- Comisión Nacional de Protección Social en Salud. (2019). Diagnóstico del sistema de salud en México. Secretaría de Salud.
- Martínez-Pérez, J. C., & López-Medina, M. (2021). Desigualdades sanitarias en tiempos de pandemia: El caso del sureste mexicano. *Revista de Salud Pública*, 23(1), 45–58.

World Health Organization (WHO). (2020). *Strengthening the health system response to COVID-19*. https://www.who.int

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2022). *Informe sobre acciones de telemedicina y atención remota en zonas rurales durante la pandemia*. https://www.imss.gob.mx

Escena Chiapas. (2020, 29 de mayo). *48% de ocupación hospitalaria por COVID-19 en Chiapas*. https://www.escenachiapas.com/2020/05/29/48-de-ocupacion-hospitalaria-por-covid-19-en-chiapas

Por Esto. (2020, 26 de agosto). *Campeche, Chiapas y Tlaxcala, los estados con menor ocupación hospitalaria por COVID-19*. https://www.poresto.net/mexico/2020/8/26/campeche-chiapas-tlaxcala-los-estados-con-menor-ocupacion-hospitalaria-por-covid-19.html

Chiapas Paralelo. (2021, 13 de enero). *Unidades médicas a tope por repunte de casos de COVID-19*. https://www.chiapasparalelo.com/noticias/chiapas/2021/01/unidades-medicas-a-tope-por-repunte-de-casos-de-covid-19

Secretaría de Salud de Chiapas. (2022, 21 de marzo). *Cero ocupación de camas con ventilador en área COVID, reporta Salud Chiapas*. https://saludchiapas.gob.mx/index.php/noticias/post/cero-ocupacion-de-camas-con-ventilador-en-area-covid-reporta-salud-chiapas

El Financiero. (2024, 15 de julio). *Aumentan casos de COVID e influenza en México: Hospitales saturados por enfermedades respiratorias*. https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/2024/07/15/aumentan-casos-de-covid-e-influenza-en-mexico-hospitales-saturados-por-enfermedades-respiratorias-julio-2024

Diario de Chiapas. (2025, junio). *Por COVID, hospitales al 80%*. https://diariodechiapas.com/portada/por-covid-hospitales-al-80

García, R. A., & Martínez, J. L. (2018). *Tecnologías emergentes en la salud: El impacto del Internet de las Cosas en la medicina del futuro*. Editorial Médica Panamericana.

Pérez, A., & Sánchez, M. (2021). Impacto del Internet de las Cosas en la salud pública después de la pandemia: Un estudio en zonas rurales. *Revista Mexicana de Salud Pública*, 63(2), 145-160. <https://doi.org/10.1016/j.rmsal.2021.02.005>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Conectividad y acceso a tecnologías en Chiapas: Análisis de datos 2020*.

INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/tecnologia/chiapas>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2020). *Infraestructura digital en México: Desafíos y oportunidades para el acceso a Internet en zonas rurales*. SCT. <https://www.gob.mx/sct>

Rodríguez, S. (2022). *El uso de dispositivos IoT en la telemedicina en México: Un análisis del impacto en la salud rural después de la pandemia* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Chiapas, Chiapas, México. <https://repositorio.unach.mx/handle/20.500.11865/10500>

López, D. (2021, mayo 12). El futuro de la telemedicina: Cómo el Internet de las Cosas está transformando la salud en Chiapas. *El Sol de Chiapas*. <https://www.elsoldechiapas.com.mx>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). *Telemedicina y el uso de tecnologías para mejorar el acceso a la salud en tiempos de COVID-19*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/telemedicine>

Cisco Systems. (2020). *El impacto del Internet de las Cosas en el sector salud: Desafíos y soluciones post-pandemia*. Cisco. https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/industries/healthcare.html