

**Aplicación de las tecnologías de localización para la seguridad de personas con Alzheimer  
en Colombia**

Betsy Carolina Bohórquez Rodríguez

Ana María Romero Chingaté

Asesora

Paola Andrea Mateus Abaunza

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e ingeniería ECBTI  
Ingeniería Electrónica

2025

## Resumen

Este estudio pretende analizar el impacto que generan las tecnologías de localización para personas con Alzheimer en Colombia. El Alzheimer es uno de los desafíos más grandes del sistema de salud, esto se debe a que dicha enfermedad genera un deterioro cognitivo progresivo en quienes la padecen. Donde una de las principales complicaciones de esta enfermedad se debe a la desorientación lo que promueve el riesgo de extravío de estos pacientes.

Con la ayuda de la revisión literaria se da a conocer los avances tecnológicos que existen hoy en día como pulseras GPS, sensores IoT, etiquetas RFID, aplicaciones móviles y uso de IA (inteligencia artificial). El uso de las tecnologías de localización han generado un impacto positivo significativo, ya que permiten realizar un monitoreo constante a estos pacientes, lo que facilita responder de manera oportuna ante un extravío, así mismo disminuye el estrés y carga emocional de los familiares o cuidadores.

La investigación no solo se centra en validar la efectividad de estas tecnologías, también se analizará las implicaciones sociales de su adopción, identificando las barreras de implementación como lo son los aspectos económicos, limitación de dispositivos en zonas rurales y las limitaciones tecnológicas por falta de alfabetización digital. Se examinaron los aportes realizados por la inteligencia artificial para detectar de manera oportuna el deterioro cognitivo y tener un mejor control de los episodios de desorientación. Contribuyendo en la autonomía de los pacientes con Alzheimer y facilitando las labores de su vida cotidiana.

**Palabras clave:** Alzheimer, Pulseras GPS, Sensores Iot, Etiquetas RFID, Tecnologías De Localización, Inteligencia Artificial.

## Abstract

This study aims to analyze the impact generated by localization technologies for people with Alzheimer's disease in Colombia. Alzheimer's disease is one of the biggest challenges of the health system, this is due to the fact that this disease generates a progressive cognitive deterioration in those who suffer from it. One of the main complications of this disease is due to disorientation, which promotes the risk of misplacement of these patients.

With the help of the literature review, the technological advances that exist today such as GPS bracelets, IoT sensors, RFID tags, mobile applications and the use of AI (artificial intelligence) are made known. The use of location technologies has generated a significant positive impact, since it allows constant monitoring of these patients, which facilitates a timely response to a loss, as well as reducing the stress and emotional burden on family members or caregivers.

The research is not only focused on validating the effectiveness of these technologies, but also on analyzing the social implications of their adoption, identifying implementation barriers such as economic aspects, limited devices in rural areas and technological limitations due to lack of digital literacy. The contributions made by artificial intelligence to detect cognitive impairment in a timely manner and to have a better control of disorientation episodes were examined.

Contributing to the autonomy of Alzheimer's patients and facilitating their daily life tasks.

**Keywords:** Alzheimer's, GPS Bracelets, Iot Sensors, RFID Tags, Location Technologies, Artificial Intelligence.

## Tabla de Contenido

Introducción.....	8
Métodos.....	14
Diseño.....	14
Tipo de Investigación.....	14
Estrategia de Búsqueda.....	14
Población de Estudio .....	15
Evaluación de Calidad .....	16
Extracción de Datos.....	16
Análisis de Datos y Presentación de Hallazgos.....	17
Resultados .....	18
Selección de Artículos.....	18
Descripción General .....	19
Alzheimer: Un Desafío Global que Exige Cuidado y Conciencia .....	22
Uso de Tecnologías .....	27
<i>Tecnologías Usadas Para la Detección Temprana del Alzheimer</i> .....	28
<i>Tecnologías para la Seguridad de Personas con Alzheimer</i> .....	32
Desafíos de Implementación.....	36
<i>Relación entre Costos y Cobertura en Colombia</i> .....	38
Impacto y Efectividad de las Tecnologías de Localización.....	39

Discusiones e implicaciones.....	47
Estrategias Para Mejorar la Adopción y Accesibilidad de las Tecnologías de Localización .....	47
Fortalezas y Limitaciones .....	48
Conclusiones .....	50
Referencias .....	53

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Palabras Clave para la Revisión Literaria</i> .....	15
<b>Tabla 2</b> <i>Tecnologías Utilizadas en la Enfermedad del Alzheimer</i> .....	20
<b>Tabla 3</b> <i>Signos Y Síntomas de las Personas con Alzheimer</i> .....	23
<b>Tabla 4</b> <i>Tecnologías Empleadas para la Detección Temprana del Alzheimer</i> .....	28
<b>Tabla 5</b> <i>Comparación de Tecnologías de Localización</i> .....	33
<b>Tabla 6</b> <i>Limitaciones de las Tecnologías de Localización</i> .....	37
<b>Tabla 7</b> <i>Comparación de Dispositivos Portátiles de GPS</i> .....	42
<b>Tabla 8</b> <i>Análisis de Efectividad de los Dispositivos GPS</i> .....	43

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Diagrama de Flujo PRISMA del Proceso de Búsqueda y Selección de Estudios.....</i>	18
<b>Figura 2</b>	<i>Tasa de Prevalencia de Demencia en Pacientes a Nivel Continental.....</i>	23
<b>Figura 3</b>	<i>Factores Genéticos, Vasculares y Hábitos de Vida que Pueden Propiciar El Desarrollo Del Alzheimer. ....</i>	24
<b>Figura 4</b>	<i>Número de Personas Mayores de 60 Años en Colombia.....</i>	25
<b>Figura 5</b>	<i>Imágenes de Resonancia Magnética de DCLY EA Comparadas con las de un Cerebro Sano .....</i>	26
<b>Figura 6</b>	<i>Imágenes PET de DCL y EA Comparadas con las de un Cerebro Sano .....</i>	27
<b>Figura 7</b>	<i>Evolución del Uso de Tecnologías de Localización (2015–2025) .....</i>	33
<b>Figura 8</b>	<i>Robots Sociales para el Cuidado de Personas con Alzheimer.....</i>	35
<b>Figura 9</b>	<i>Tipos De Robots en el Entorno Clínico .....</i>	36
<b>Figura 10</b>	<i>Relación Entre el Costo Promedio de las Tecnologías de Localización y el Nivel de Cobertura (Urbana - Rural) en Colombia .....</i>	39
<b>Figura 11</b>	<i>Percepción de Cuidadores Sobre Tecnologías de Localización .....</i>	40
<b>Figura 12</b>	<i>Beneficios de las Tecnologías de Localización para las Personas con Alzheimer.....</i>	41
<b>Figura 13</b>	<i>Tiempo Estimado de Búsqueda Antes y Después del Uso de Dispositivos Portátiles GPS .....</i>	44

## Introducción

La enfermedad del Alzheimer (EA) representa uno de los mayores desafíos en el ámbito de la salud pública mundial, debido a su carácter progresivo e irreversible, el cual genera un impacto devastador en la autonomía y seguridad de quienes la padecen. Esta enfermedad es considerada un trastorno neurodegenerativo más predominante que afecta la vida diaria de los adultos mayores. Según (Akbar et al., 2025), se estima que al menos 50 millones de personas en todo el mundo viven hoy en día con Alzheimer, representando el 60% y 80% de los casos de demencia a nivel mundial.

Históricamente, el doctor Alois Alzheimer, un psiquiatra alemán experto en neuropatología, fue reconocido por haber identificado por primera vez la enfermedad que hoy lleva su nombre. En 1901, se realizó el estudio del caso de Auguste Deter, una paciente de 51 años que presentaba síntomas de pérdida de memoria, paranoia y afectaciones psicológicas. Tras su fallecimiento, en 1906, con la autopsia del Dr. Alois Alzheimer se logró el manifestó de dos anormalidades cerebrales: los aplausos y ovillos, que actualmente se conocen como beta-amiloida y ovillos de tau, los cuales dañan la estructura cerebral; provocando la modificación del metabolismo de la glucosa y cambios visibles en el cerebro, como la atrofia del lóbulo frontotemporal (Bravo Ortiz et al., 2024). Siendo este hallazgo, el inicio del entendimiento de la enfermedad del Alzheimer como una afección neurodegenerativa del cerebro.

La Organización mundial de la salud (OMS) revela que más de 47 millones de personas a nivel mundial sufren de demencia, y se registran aproximadamente 10 millones de casos nuevos cada año (Appiah Kubi1 & Nazir, 2024). Por lo tanto, se proyecta que para el año 2050, esta cifra supere los 100 millones, lo que representa una necesidad de adoptar estrategias de apoyo efectivas. También, es importante destacar que la enfermedad del Alzheimer afecta



principalmente a las personas mayores de 65 años, siendo las mujeres el grupo más representado entre los casos diagnosticados. No obstante, Francis et al. (2024), estima que hasta un 10% de las personas con demencia corresponden a adultos entre los 30 y 65 años, lo que evidencia que esta condición no se limita exclusivamente a la vejez.

A medida que la enfermedad progresa, las personas con Alzheimer se ven perjudicadas, especialmente en las funciones y estructuras cerebrales. Por ello, se caracteriza por un deterioro en las competencias cognitivas, como por ejemplo la memoria y la resolución de problemas, que influyen directamente en las actividades diarias (Lei et al., 2020). En este sentido, con el tiempo, pueden colocar a las personas en situaciones de alto riesgo, sobre todo en los momentos en que se encuentran solas o alejadas de sus familias y cuidadores.

Las tres etapas de la enfermedad de Alzheimer son: el deterioro cognitivo leve (DCL), la enfermedad de Alzheimer en fase moderada o avanzada, y la fase preclínica, que ocurre en individuos aparentemente sanos. La DCL se considera una fase previa, debido a los síntomas clínicos como la pérdida de memoria a largo plazo, el deterioro del lenguaje, la desorientación y los cambios de personalidad. Por consiguiente, algunos estudios han comprobado que el 12% de las personas con DCL desarrollan la fase avanzada de EA en los cuatro años posteriores al surgimiento de los primeros síntomas (Park et al., 2023).

Actualmente, con la mejoría de las condiciones de vida y las tecnologías médicas, ha permitido la esperanza de vida promedio en varios países. Sin embargo, esto también ha dado lugar a un reto del siglo XXI: el envejecimiento de la población. Los índices y estimaciones estadísticas recientes revelan que el envejecimiento es una variable clave en el desarrollo de la enfermedad del Alzheimer, ya que el número de pacientes muestra una curva de crecimiento similar a la de la población adulta mayor. De acuerdo a Yang et al. (2024), una de las causas más

características es el deterioro cognitivo, la cual afecta de manera significativa la vida diaria del paciente y su bienestar. Debido a este impacto, la OMS reconoció, en el año 2017, la demencia asociada al Alzheimer como una prioridad de salud pública, siendo una enfermedad que no tiene cura.

La enfermedad del Alzheimer se distingue principalmente por delirios, alucinaciones, depresión, insomnio e incontinencia urinaria, los cuales pueden llegar a desencadenar y generar síntomas neurológicos, como espasmos musculares imprevisibles y dificultad para caminar. De esta forma, las directrices formales para realizar un diagnóstico apropiado integra la pérdida de memoria y un deterioro cognitivo, como puede ser la afasia, apraxia, demencia o disfunción ejecutiva (Pawar et al., 2024).

La detección temprana del Alzheimer, simboliza una oportunidad valiosa para las terapias que pueden desacelerar la evolución de la enfermedad. Según, Nardone et al. (2025), en la actualidad existen diversos métodos para llevar a cabo este proceso, en los cuales los más sobresalientes son los estudios médicos como: neuroimagen, análisis de líquido cefalorraquídeo, detección automatizada a través de la resonancia magnética y los métodos de aprendizaje automático aplicados a señales de electroencefalograma.

El hipocampo es una parte importante del cerebro humano, encargada de las funciones de la memoria, y puede verse perjudicado por condiciones neurológicas como el deterioro cognitivo leve y el Alzheimer. Evaluar su tamaño y forma permite anticipar el desarrollo de la demencia, ya que una identificación temprana del deterioro cognitivo puede contribuir a prevenir o retrasar su progresión. En este contexto, las técnicas de neuroimagen estructural, como la resonancia magnética T1, permiten observar con detalle los cambios en el tejido cerebral, comprendiendo la atrofia, conectividad y pérdida neuronal. Igualmente, esta modalidad facilita la estimación de la

edad cerebral, el cual es un indicador potencialmente valioso para el estudio del envejecimiento y trastornos neurodegenerativos (Qodrati et al., 2024).

Investigaciones recientes en neurociencia destacan la importancia de las interacciones entre las regiones cerebrales en el análisis de enfermedades neurodegenerativas. Utilizando enfoques fundamentados en teorías de grafos, es posible modelar el cerebro como una red de nodos y conexiones, lo que permite examinar su organización y detectar alteraciones topológicas relacionadas con estos trastornos (Cai et al., 2024).

Por otro lado, la tecnología ha formado otro medio de relevancia en esta lucha, donde se suele usar la inteligencia artificial (IA) e incluso mediante modelos de predicción del Alzheimer usando tecnologías de Internet de las Cosas (IoT), los cuales se han incorporado en entornos clínicos. En este caso, el uso de robótica y las tecnologías de asistencia han demostrado una mejora en la seguridad y participación de los pacientes (Wu et al., 2025). A su vez, en la sociedad digital contemporánea, la evolución de la IA y análisis de datos, proporcionan la posibilidad de desarrollar sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas más refinadas, precisas y personalizadas, que podrían apoyar a los profesionales de la salud en el diagnóstico temprano de la demencia y en tratamientos para personas con discapacidad (Andargoli et al., 2024).

La atención de pacientes con Alzheimer o algún tipo de demencia, propende a ser costoso generando una elevada carga económica para la sociedad, ya que se aproxima un costo económico de 1 billón de dólares. Así mismo, la responsabilidad que recae sobre los cuidadores está creciendo aceleradamente, al igual que la cantidad de personas con enfermedad de Alzheimer. Por tal razón, Pou Prom et al. (2020), indica que las tecnologías de asistencia, que

pueden representarse en los robots conver-calidad, pueden contribuir a minimizar la presión de la evaluación, el monitoreo y la terapia.

Siguiendo este camino de la tecnología, investigadores como Shafiq Surameery et al. (2025), destacan que los modelos de investigación basados en electroencefalografía (EEG) son técnicas no invasivas para medir la actividad del cerebro, por medio de sensores colocados en el cuero cabelludo. Estos modelos combinados con redes neuronales, pueden generar una mayor precisión en el deterioro cognitivo de los pacientes con Alzheimer, superando los métodos de neuroimagen tradicionales y aportando significativamente al acceso a tecnologías avanzadas a un costo accesible.

Estudios como el de Xin et al. (2021) destacan el desarrollo de aplicaciones móviles y dispositivos que contribuyan con las herramientas de localización y asistencia cognitiva para promover la autonomía supervisada de los pacientes con Alzheimer. Entre los más conocidos se encuentran: el sistema GPS, pulseras inteligentes y sensores, que demuestran una eficiencia para monitorear en tiempo real a los pacientes, reduciendo el riesgo de extravío y garantizando la integridad no solo de ellos sino de sus familiares (FakhrHosseini et al., 2024).

Para el diseño de estos dispositivos de localización no solo se debe considerar los aspectos técnicos, sino también la accesibilidad y adaptabilidad de las personas con Alzheimer y sus familiares (Broadbent et al., 2012). Con esto, los problemas a surgir en ese sentido pueden ser varios y algunos de ellos pueden involucrar la ubicación de las personas, ya que se pueden generar interferencias con la señal del mecanismo si es que estas se encuentran en una zona con problemas de conexión, o incluso el mismo diseño puede generar inconvenientes ya que un dispositivo incómodo solo hará que la persona se lo quite y esto no puede ser lo indicado, por lo que según (Feil Seifer & J Mataric, 2005), indica que el éxito de estas herramientas de

localización depende principalmente de sus desarrolladores, profesionales de la salud, las personas con Alzheimer y de sus familiares.

Un ejemplo de este tipo de artefacto, puede ser un dispositivo inteligente de asistencia interactiva basado en IoT, el cual posibilita apoyar el cuidado de pacientes por medio del rastreo de su ubicación, envío de recordatorios automáticos de medicamentos y un botón de emergencia (Pavitra et al., 2023). El paciente porta uno de los dos dispositivos disponibles, los cuales integran sensores como GPS, monitor de frecuencia cardíaca, una unidad de procesamiento de movimiento (MPU) y una pantalla LCD. El cuidador, por su parte, accede a una aplicación en una plataforma IoT, desde la cual puede monitorear y comunicarse con el paciente en tiempo real, sin importar su ubicación.

Esta monografía tiene como objetivo investigar sistemáticamente el impacto de las tecnologías de localización en el cuidado y seguridad de las personas con Alzheimer, analizando tanto sus beneficios funcionales y emocionales como en los desafíos éticos y técnicos que involucra la implementación de las diferentes tecnologías de diagnóstico, atención y localización que tienen como fin brindar una ayuda en el bienestar de estas familias y la disminución de la carga psicosocial de sus cuidadores. Esta revisión se desarrollará a partir de estudios recientes que fueron documentados en el ámbito de la salud, robótica asistiva y la tecnología aplicada al beneficio de las personas vulnerables.

## **Métodos**

### **Diseño**

La presente investigación adopta un enfoque mixto de tipo analítico y descriptivo con enfoque cualitativo, cuyo objetivo principal es examinar el impacto de las tecnologías de localización en la protección de personas con Alzheimer y sus implicaciones para sus cuidadores y familiares. Para ello, se realiza una revisión documental basada en literatura científica actual, que aborda tanto los beneficios como desafíos del uso de tecnologías emergentes en el contexto del cuidado de personas con deterioro cognitivo. Esta investigación permite identificar los beneficios y dificultades del uso de dispositivos GPS, como pulseras, sensores y aplicaciones móviles.

### **Tipo de Investigación**

Se considera una investigación exploratoria y descriptiva, centrada en el estudio del Alzheimer en Colombia, un país en el cual esta enfermedad ha sido escasamente abordada desde la perspectiva tecnológica, donde por medio de diferentes estudios se ha determinado una prevalencia de deterioro cognitivo leve del 34% y de demencia del 23% (Bonilla Santos et al., 2023). Por su parte, se determina como investigación descriptiva, ya que permite identificar las tecnologías de localización que existen en el país, así como sus beneficios, limitaciones y grado de implementación en el cuidado de personas con deterioro cognitivo.

### **Estrategia de Búsqueda**

El análisis del estudio se basa en una revisión literaria, empleando principalmente la base de datos Scimago, con el apoyo de Scopus, EBSCO, ScienceDirect y IEEE Xplore, entre otras. La búsqueda se enfoca en publicaciones comprendidas en los años de 2009 a 2025, con el

propósito de reconocer tecnologías o métodos innovadores que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los pacientes que padecen esta enfermedad y sus familiares.

Esta investigación, está enfocada en la enfermedad del Alzheimer principalmente en la identificación de los desafíos que enfrentan tanto los pacientes como sus cuidadores. Se implementa la metodología cualitativa, mediante la recopilación y análisis de la información relacionada con el Alzheimer, detección de la enfermedad de manera oportuna, implementación de IA y la efectividad de los dispositivos de localización actualmente disponibles para el seguimiento y cuidado de estos pacientes.

La estrategia de búsqueda se desarrolla a partir del uso de palabras clave relacionadas con tres conceptos principales: Alzheimer, GPS y tecnologías, tal como se observa en la tabla 1.

**Tabla 1.**

*Palabras Clave para la revisión literaria*

Concepto	Palabras Clave
Alzheimer	(“Alzheimer”) (“Alzheimer” OR “Colombia”)
GPS	(“Alzheimer” OR “GPS”) (“Alzheimer” OR “Location”) (“Alzheimer” OR “Location Tracking”)
Tecnologías	(“Alzheimer” OR “technologies”) (“Artificial intelligence” OR “Alzheimer”) (“Dementia”AND “GPS”)

*Nota.* Esta tabla muestra la estrategia de búsqueda empleada para la investigación. *Fuente.* Autor

**Población de Estudio**

La población objeto de estudio está conformada por actores directa e indirectamente involucrados en el manejo, atención y acompañamiento de personas con Alzheimer, así como en el desarrollo de soluciones tecnológicas orientadas a su bienestar. Esta población incluye:

- Las personas diagnosticadas con Alzheimer y sus familiares, quienes enfrentan los retos diarios que conlleva esta enfermedad neurodegenerativa.
- Los profesionales de la salud encargados de la atención, seguimiento y acompañamiento de pacientes con Alzheimer.
- Los desarrolladores de tecnologías de localización o soluciones médicas orientadas a la detección oportuna de la enfermedad y su seguridad.

### **Evaluación de Calidad**

La investigación desarrolla una revisión bibliográfica sobre la enfermedad del Alzheimer, abordando no sólo los aspectos clínicos, sino también las innovaciones tecnológicas que contribuyen a su detección temprana y cuidado de los pacientes. La selección de las fuentes se enfoca en estudios recientes que aportan fundamentos sólidos sobre el uso de tecnologías de localización, aplicación de la IA para la detección de la enfermedad y el desarrollo de aplicaciones móviles orientadas al seguimiento y apoyo del paciente.

En este sentido, dentro del análisis se incluye el estudio de herramientas como AlzBot (Xin et al., 2021), una aplicación que interactúa con el paciente y contribuye a reducir el riesgo de desorientación de estos pacientes mediante funciones de seguimiento y asistencia cognitiva.

Adicionalmente, se lleva a cabo una revisión técnica de las tecnologías de localización, considerando aspectos clave como sus características, funcionamiento, costos, accesibilidad y cobertura en Colombia.

### **Extracción de Datos**

La investigación realiza un análisis cualitativo a partir de patrones de búsqueda diseñados para obtener información relacionada con los pacientes con Alzheimer, el uso de tecnologías de localización, la aplicación de la IA para la detección temprana de la enfermedad y las



aplicaciones móviles enfocadas a mitigar la pérdida de estos pacientes y mejorar la calidad de vida de los familiares y cuidadores.

El estudio se fundamenta en el análisis de dispositivos de localización disponibles, considerando aspectos como los costos, adaptabilidad y accesibilidad. Dado que, no solo el recurso económico es un limitante para acceder a estos dispositivos, sino también la infraestructura especialmente en zonas rurales donde hay una baja cobertura de red, lo que dificulta el funcionamiento de los dispositivos GPS y los dispositivos móviles.

Aunque, no se logra recopilar información directa del recurso humano implicado en el cuidado de los pacientes, la investigación se apoya en referentes y estudios previos, que garantizan la confiabilidad, validez y calidad en los resultados obtenidos.

### **Análisis de Datos y Presentación de Hallazgos**

La información recopilada, se organiza y clasifica en torno a tres ejes temáticos: el impacto en la seguridad y calidad de vida del paciente, los beneficios percibidos por cuidadores y familiares y las limitaciones en el uso de estas tecnologías. Por lo cual el análisis se realiza de forma crítica y comparativa, incorporando ejemplos y tendencias emergentes en el uso de herramientas como: la inteligencia artificial, dispositivos portátiles e internet de las cosas (IoT) en la atención de personas con Alzheimer.

Por último, los hallazgos de la investigación se sintetizan y se presentan de manera que se destaquen las tecnologías más relevantes y los temas emergentes. La presentación de los hallazgos, está diseñada para ser accesible y destacada para una variedad de audiencia, incluidos académicos, profesionales y otros actores interesados.

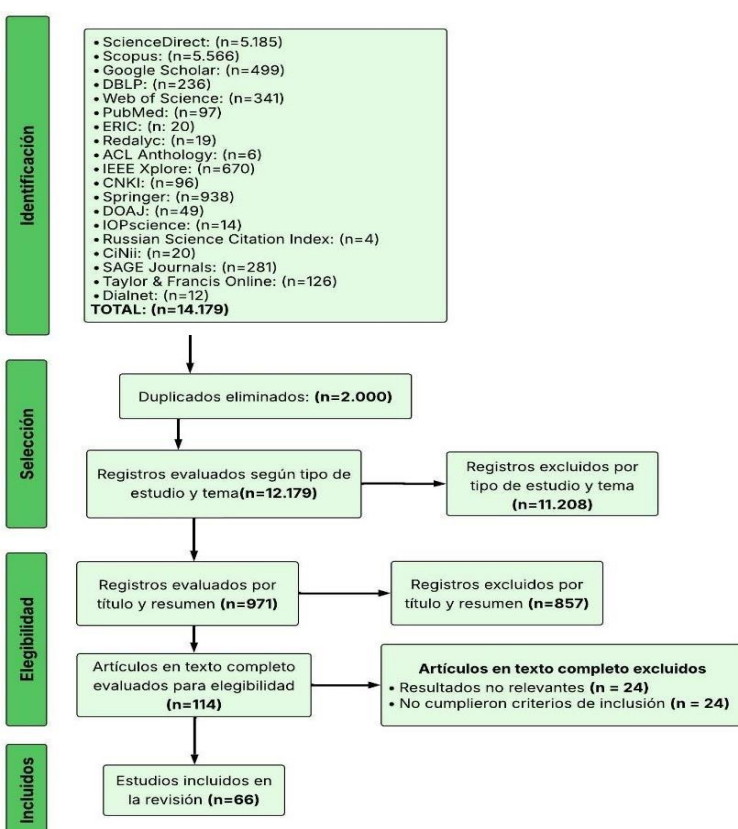
## Resultados

### Selección de Artículos

La investigación se realizó por medio de la base de datos Scimago, con un apoyo en Scopus, EBSCO, ScienceDirect y IEEE Xplore, las cuales arrojaron 14.179 registros que se observan en la Figura 1. Luego de realizar la revisión, eliminar los duplicados y aplicar los filtros correspondientes para dejar la información más relevante, dos revisores examinaron 971 registros por título y resumen, lo que resultó en la selección de 66 textos completos para su evaluación.

**Figura 1**

*Diagrama de Flujo PRISMA del Proceso de Búsqueda y Selección de Estudios*



## **Descripción General**

Los 66 documentos que se descargaron para el desarrollo de la investigación fueron publicados entre 2009 y 2025. Dichos documentos se basan en los pacientes con Alzheimer, el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan realizar una mejor detección de la enfermedad con el apoyo de algoritmos, sistemas médicos inteligentes y la implementación de la IA no solo para la detección sino también para el desarrollo de la industria farmacéutica que permite generar mejores resultados.

Diversos estudios han demostrado que las tecnologías de localización utilizadas en los pacientes con Alzheimer han generado un impacto positivo, dado que gracias a estas se ha mejorado la seguridad y bienestar de estos pacientes. La implementación de estas tecnologías ha generado una disminución del 35% en deambulación, esto gracias al uso de dispositivos GPS (Kolakowski, 2024).

Así mismo, el uso de tecnologías como sensores e IoT han ayudado a reducir la supervisión constante por parte de los familiares o cuidadores de estos pacientes en un 40%, lo cual representa una mejora en la calidad de vida de los pacientes y familiares (Cullen et al., 2022)

Identificando así, que en la actualidad se está implementando el uso de la tecnología y la inteligencia artificial para mejorar la seguridad de estos pacientes e impactar de manera positiva en su calidad de vida, por lo que en la tabla 2 se presenta un resumen de las diferentes tecnologías empleadas tanto para la detección temprana y la seguridad de las personas con Alzheimer.

**Tabla 2***Tecnologías Utilizadas en la Enfermedad del Alzheimer*

Tecnología de detección o localización	Estudios	Detalles
Señales de electroencefalograma (EEG)	(Akbar et al., 2025; Shafiq Surameery et al., 2025; Abadal et al., 2025; Alahmadi et al., 2024)	Las señales EEG permiten detectar el Alzheimer en una etapa temprana, por medio del análisis de patrones anómalos de la actividad cerebral como la disminución de la coherencia y la frecuencia de ondas cerebrales.
Aprendizaje profundo	(Coelho et al., 2023; Appiah Kubi1 & Nazir, 2025; Alsubaie, 2024; Francis et al., 2024; Syed et al., 2023; Mohammed et al., 2024; Mokadem et al., 2024; López de Ipiña et al., 2020; Vashishtha et al., 2022)	El aprendizaje profundo utiliza las redes neuronales, para analizar las imágenes cerebrales aprendiendo automáticamente, las características relevantes para un diagnóstico temprano y preciso.
Fusión multimodal o aprendizaje multitarea	(Xi et al., 2024; Nardone et al., 2025; Jiang et al., 2024; Pawar et al., 2024; Zeng et al., 2023; Wang et al., 2024)	La fusión multimodal une los datos de diversas fuentes como imágenes cerebrales, señales EEG y pruebas cognitivas para mejorar la precisión de las complejidades de la detección del deterioro cognitivo.
Imágenes de tomografía por emisión de positrones (PET)	(Borji et al., 2025; Castellano et al., 2024; Noella & Priyadarshini, 2023; Sajjad et al., 2021)	Las imágenes PET permiten el reconocimiento de la actividad metabólica cerebral, evidenciando las regiones con hipometabolismo y la acumulación de placas amiloides para la detección del Alzheimer.

---

Resonancia magnética	(Senthilkumar et al., 2022; Khan et al., 2021; Lei et al., 2020; Li et al., 2020)	Las imágenes de resonancia magnética muestran los cambios estructurales del cerebro, permitiendo identificar signos característicos del deterioro cognitivo o Alzheimer.
Redes neuronales convolucionales (CNN)	(Qodrati et al., 2024)	Las redes CNN emplean las imágenes cerebrales como MRI o PET, para identificar los patrones estructurales y funcionales asociados al Alzheimer.
Telemedicina inteligente	(Massoud et al., 2024)	La telemedicina inteligente permite realizar evaluaciones cognitivas remotas, a través de plataformas digitales e inteligencia artificial, para analizar el comportamiento del paciente y detectar síntomas del deterioro cognitivo de forma accesible y continua.
Inteligencia artificial	(Andargoli et al., 2024; Garea Llano, 2023; Huang et al., 2022)	La inteligencia artificial, posibilita la detección del Alzheimer por medio del análisis automatizado de imágenes cerebrales y evaluaciones cognitivas. También, brinda un apoyo en la atención personalizada a los pacientes con recordatorios, asistentes virtuales y monitoreo continuo.
Realidad aumentada	(Taghavi et al., 2024; Yang et al., 2024)	Los ejercicios interactivos evalúan la memoria, orientación y habilidades cognitivas en entornos

---

---

		simulados.
Robótica de asistencia social	(Wu et al., 2025; FakhrHosseini et al., 2024; Moshayedi et al., 2023; Pou Prom et al., 2020; Broadbent, 2009; Feil Seifer & J Mataric, 2005)	Los robots sociales ofrecen compañía, recordatorios de actividades y asistencia en las actividades diarias para mejorar la calidad de vida del paciente con EA.
Tecnologías de localización: dispositivos portátiles GPS, aplicaciones móviles y chatbots IA.	(Arriba-Pérez 2024; Rishida & Habib 2021; Castellano et al. 2024; Xin et al., 2021; Cullen et al., 2022; Freiesleben et al., 2021; Hegde et al., 2019; Koo & Vizer, 2019; Ogawa et al., 2004; Shikha & Roy Choudhury, 2023; Hsiao et al., 2018)	Fomentan la seguridad al reducir el tiempo de respuesta, ante una pérdida y mejoran la socialización de los pacientes con Alzheimer.
Sensores IoT	(Hegde et al. 2019; Pavitra et al., 2023; Ray et al., 2019)	Ayudan a realizar un monitoreo constante sin necesidad de una intervención.

---

*Nota.* Esta tabla, muestra con base en los estudios realizados, el impacto de las tecnologías de detección temprana de la enfermedad del Alzheimer y la localización. Autores.

### **Alzheimer: Un Desafío Global que Exige Cuidado y Conciencia**

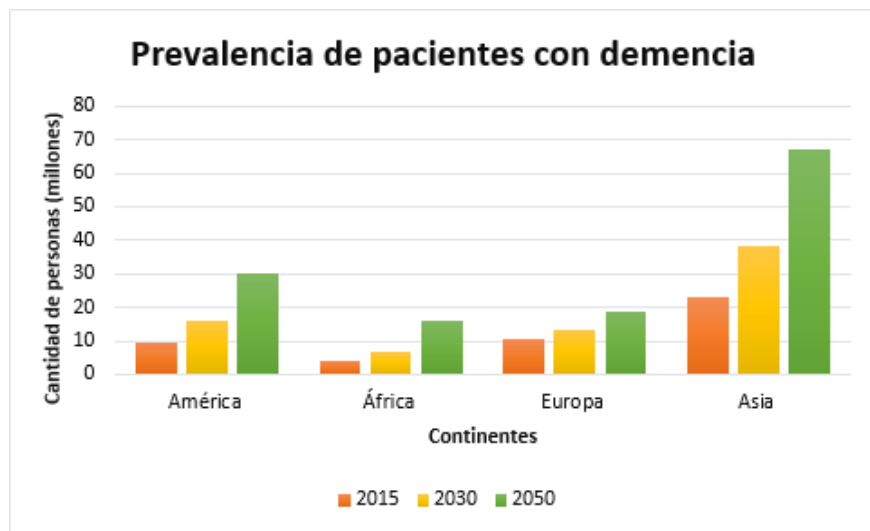
El Alzheimer no solo borra recuerdos, sino también transforma la vida de quienes la padecen y de sus familiares. Puesto que, esta enfermedad neurodegenerativa avanza silenciosamente, afectando la identidad, la autonomía y la conexión con el mundo; por lo que cada año, millones de familias enfrentan el reto de brindar una mayor atención y seguridad de sus seres queridos, buscando soluciones que les permitan mejorar su calidad de vida.

Por tal razón, se estima que alrededor de 46.8 millones de personas padecen varios tipos de demencia en todo el mundo, por lo que esta cifra pueda ir aumentando al pasar del tiempo, llegando a alcanzar los 74,7 millones y los 131,5 millones en 2030 y 2050. Por ello, en la figura

2 se presenta la información de la cantidad de personas que sufren demencia en los continentes de África, Europa, América y Asia.

**Figura 2**

*Tasa de Prevalencia de Demencia en Pacientes a Nivel Continental*



*Nota.* (Ray et al., 2019)

Hoy en día, no existe cura ni tratamiento para esta enfermedad y se desconoce las causas que la originan y su desarrollo, por lo cual es necesario conocer cada uno de los signos y síntomas que atraviesa el paciente en momentos específicos según el tiempo de evolución, como se indica en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Signos Y Síntomas de las Personas con Alzheimer*

Etapa Temprana (1 a 3 años)	Etapa Intermedia (2 a 10 años)	Etapa Tardía (8 a 12 años)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tendencia al olvido.</li> <li>● Pérdida de la noción del tiempo.</li> <li>● Desubicación espacial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Olvido de eventos recientes, su pasado o nombres de personas.</li> <li>● Cambios en la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Requiere de ayuda con las tareas diarias.</li> <li>● Cuidado personal las 24 horas del día.</li> </ul>

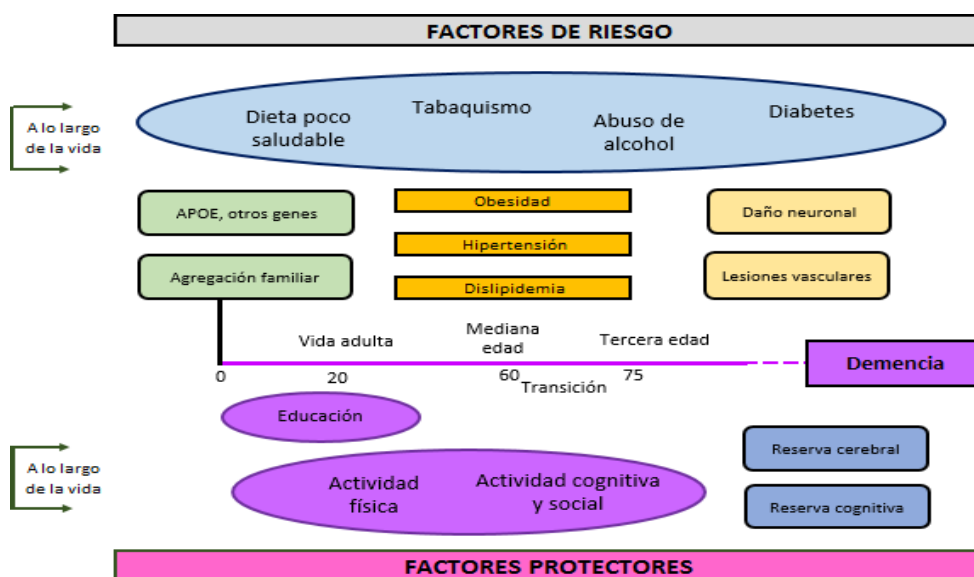
- Dificultades para realizar tareas en contextos sociales o laborales.
- Personalidad y el comportamiento, como desconfianza o delirios.
  - Se sienten desubicados en su propio hogar.
- Presentan dificultades para comunicarse.
  - Cambios en sus capacidades físicas, como caminar, sentarse y comer.
  - Aumento de la desubicación en el tiempo y el espacio.

*Nota.* Esta tabla muestra los síntomas, que se presentan en cada etapa del Alzheimer. *Fuente.* (Vashishtha et al., 2022).

También, se puede considerar los factores de riesgo genéticos, vasculares y relacionados con el estilo de vida que suelen concurrir e interactuar a lo largo de la vida, para determinar el peligro de desarrollar demencia y la enfermedad del Alzheimer en etapas posteriores, cada uno de estos factores se pueden resumir en la figura 3.

### Figura 3

*Factores Genéticos, Vasculares y Hábitos de Vida que Pueden Propiciar El Desarrollo Del Alzheimer*



*Nota.* (Sindi et al., 2015)

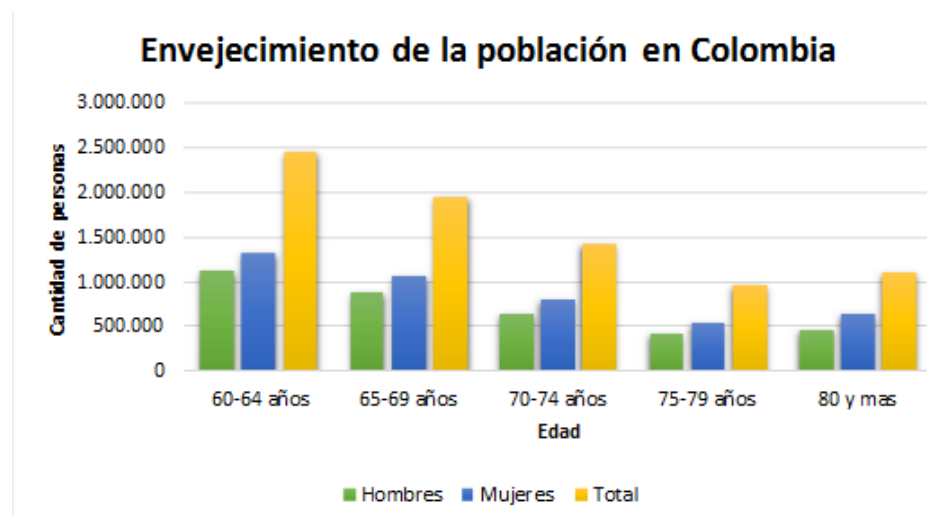


De acuerdo con la situación anterior, es indispensable considerar un argumento relevante, con respecto al incremento de la longevidad de la población a nivel mundial, lo cual es considerado uno de los cambios sociales más significativos del siglo XXI donde se estima que para el 2050 se alcance los 2100 millones de personas mayores.

Por su parte, en Colombia el envejecimiento poblacional es un fenómeno cada vez más evidente. Para el año 2024, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el país cuenta con una población de personas mayores de 60 años correspondiente a 7.891.331, lo que representa aproximadamente el 15% de la población. De ellas, 3.507.851 son hombres que equivale al 44% y 4.383.480 son mujeres simbolizado por el 56%, lo que refleja que las mujeres tienden a vivir más años que los hombres, como lo expone (Jaramillo, 2022), quien resalta que el envejecimiento de la población colombiana se caracteriza por mayores promedios de edad en la población femenina, siendo esto observado en más detenimiento en la figura 4.

#### Figura 4

*Número de Personas Mayores de 60 Años en Colombia.*

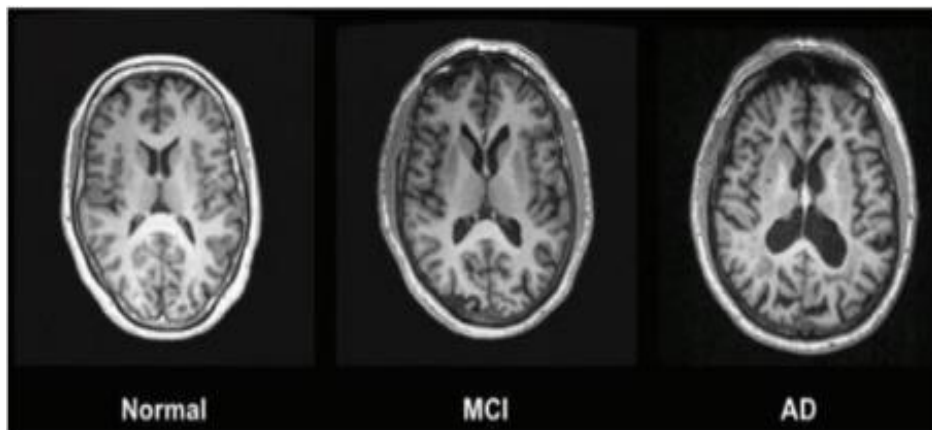


*Nota.* (Ministerio de salud y protección social, 2024)

Debido al incremento del envejecimiento de la población en Colombia en los últimos años, se hace cada vez más necesario conocer las herramientas de diagnóstico avanzadas, que permitan identificar los cambios estructurales relacionados con el deterioro cognitivo y la enfermedad del Alzheimer. Una de estas herramientas, es la resonancia magnética (IRM), que posibilita el reconocimiento de las anomalías tanto estructurales como funcionales en el cerebro, así como la estimación del volumen y la densidad de los componentes cerebrales de los pacientes con EA. De esta forma, al comparar las imágenes de IRM entre una persona normal y una persona con Alzheimer, se encuentra una progresiva atrofia cortical y ensanchamiento de los ventrículos laterales a medida que avanza la enfermedad, como lo indica la figura 5.

### Figura 5

*Imágenes de Resonancia Magnética de DCL y EA Comparadas con las de un Cerebro Sano*



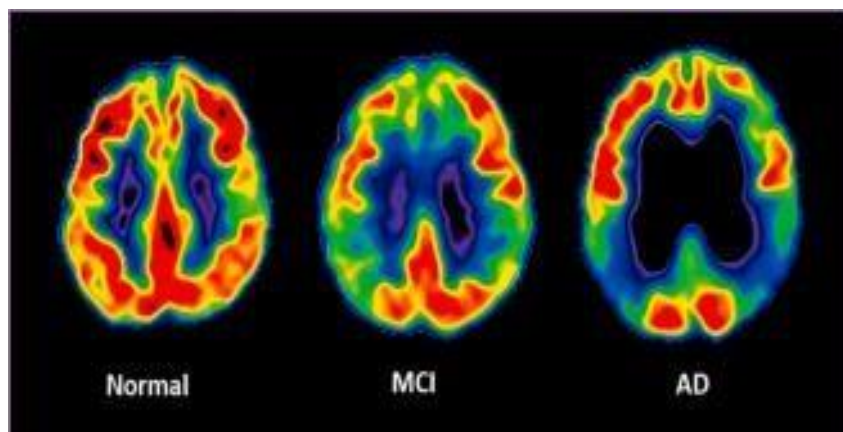
*Nota.* (Garea Llano, 2023)

Los estudios de tomografía por emisión de positrones (PET) utilizan radiotrazadores como la fluorodesoxiglucosa para evaluar el metabolismo de la glucosa en el cerebro, permitiendo detectar áreas con baja actividad metabólica que son comunes en el Alzheimer. Por ello, este tipo de estudios posibilita comparar las etapas que conlleva el avance de la enfermedad, desde un cerebro sano, pasando por uno con deterioro cognitivo leve y por último uno con EA,

en los cuales se puede determinar que existe una disminución progresiva en la captación de glucosa, la cual es representada por colores fríos como el azul y verde, particularmente en la corteza parietal y temporal, asociadas a funciones como la memoria, el razonamiento, el lenguaje y la percepción visual, como se observa en la figura 6.

### **Figura 6**

*Imágenes PET de DCL y EA Comparadas con las de un Cerebro Sano*



*Nota.* (Mohammed et al., 2024)

### **Uso de Tecnologías**

Las herramientas tecnológicas han sido claves en el último tiempo, en la creación de técnicas para diagnosticar y monitorear enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer. A raíz de la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y los sistemas de imagen cerebral, es posible dar un diagnóstico temprano al paciente o cuestionarse si contiene características de esta enfermedad posibilitando reacciones inmediatas y únicas.

Paralelamente, se han desarrollado tecnologías de localización, como los sistemas GPS integrados en dispositivos portátiles, que permiten monitorear en tiempo real la ubicación de personas con Alzheimer, brindando una mayor seguridad y autonomía, y reduciendo el riesgo de desorientación o pérdida. Según López de Ipiña et al. (2020), señala que la enfermedad del

Alzheimer se está volviendo una epidemia ya que 900 millones de personas pueden considerarse como adultos mayores, los cuales viven en países desarrollados.

### ***Tecnologías Usadas Para la Detección Temprana del Alzheimer***

En los últimos años, el avance tecnológico ha desempeñado un papel fundamental en el enfoque global de enfermedades neurodegenerativas, principalmente en la detección temprana del Alzheimer. Tradicionalmente, el diagnóstico se basa en evaluaciones clínicas y en estudios de imágenes realizadas en fases avanzadas de la enfermedad, pero con el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas, ha sido posible la identificación de patrones leves de deterioro cognitivo, antes de que los síntomas sean clínicamente evidentes, lo que abre nuevas posibilidades para su intervención y monitoreo remoto para mantener un seguimiento adecuado de la enfermedad, cada una de estas tecnologías se presentan en la tabla 4.

Cabe resaltar que la primera tecnología de neuroimagen cerebral humana empleada para la detección del Alzheimer se basa en la tomografía computarizada (TC), la cual permite identificar una contracción cerebral específica, que es un indicador importante en los trastornos vasculares cerebrales (Senthilkumar et al., 2022).

### **Tabla 4**

#### *Tecnologías Empleadas para la Detección Temprana del Alzheimer*

Tecnología	Autor(s)	Tipo de datos	Metodo usado	Aplicación	Efectividad o precisión
Modelo de Telemedicina Inteligente	(Massoud et al., 2024)	Imágenes de resonancia magnética y datos clínicos	Red neuronal convolucional (CNN)	Diagnóstico temprano y la prevención de pacientes a distancia y entrega de medicamentos de forma	94.91%

---

				inteligente.	
Análisis de imágenes PET	(Borji et al., 2025; Castellano et al., 2024; Sajjad et al., 2021; Noella & Priyadarshini, 2023)	Imágenes de tomografías por emisión de positrones PET	Segmentación precisa de la materia gris, técnicas de reducción de ruido, red CNN y la red generativa antagónica convolucional profunda (DCGAN).	Categorización de los pacientes en cuatro categorías: individuos sanos, Alzheimer, deterioro cognitivo leve estable y deterioro cognitivo progresivo utilizando modelos de aprendizaje continuo.	93.13%
Señales de Electroencefalograma	(Alahmadi et al., 2024; Abadal et al., 2025)	Señales eléctricas cerebrales	Modelo BiLSTM y la red neuronal de grafos (GNN)	Sistema no invasivo y automatizado para la detección temprana del deterioro cognitivo leve, Alzheimer y epilepsia mediante el análisis de señales EEG pre procesadas con técnicas como ICA, FFT y FIR.	El modelo BiLSTM alcanza una precisión del 97.31% y el modelo GNN alcanza una efectividad entre el 89% y el 96%.
Aprendizaje profundo	(Alsubaie et al., 2024;	Imágenes médicas de neuroimagen	Redes profundas como CNN y RNN y modelos	Detección temprana y clasificación	99.3%

---

	Coelho et al., 2023; Mokadem et al., 2024)	como MRI y PET	de aprendizaje automático como regresión logística, árboles de decisión y XGBoost.	automática del Alzheimer y deterioro cognitivo leve mediante el análisis de imágenes cerebrales.	
Aprendizaje Multitarea	(Zeng et al., 2023; Jiang et al., 2024)	Imágenes de neuroimagen por resonancia magnética e información relevante de la evaluación psicológica de la base de datos ADNI	Red de creencias profundas (DBN) o la red convolucional de gráficos (GNN) combinado con el aprendizaje multitarea y técnicas de robustez como tecnologías de abandono y enmascaramiento cero.	Diagnóstico preciso del Alzheimer y la respectiva clasificación de los tipos de deterioro cognitivo leve.	Precisión mayor al 87%
Inteligencia artificial	(Garea Llano, 2023; Syed et al., 2023; Huang et al., 2022)	Imágenes de resonancia magnética, biomarcadores y datos clínicos	Redes neuronales profundas y auto codificador convolucional	Clasificación automática de los distintos estados del Alzheimer a partir de imágenes MRI, con un enfoque hacia el diagnóstico temprano, modelado de la progresión y predicciones futuras.	Precisión mayor al 86.57% llegando al 99.55% en clasificadores avanzados.
Realidad aumentada	(Taghavi	Resultados	Juego serio	Evaluación	A través de

---

	et al., 2024)	de tareas cognitivas en un entorno de un juego de realidad aumentada	ambientado en un entorno de cocina con tareas en distintos dominios cognitivos basadas en la prueba Montreal Cognitive Assessment (MoCA).	temprana del deterioro cognitivo leve por medio de tareas de funciones ejecutivas, memoria, orientación, lenguaje y visión espacial.	la prueba MoCA se obtiene una precisión del 97%.
Fusión multimodal basada en aprendizaje profundo	(Xi et al., 2024; Wang et al., 2024)	Imágenes de resonancia magnética estructural, polimorfismos de un solo nucleótido (SNP), razón del volumen de materia gris (RGV) y datos genéticos.	Modelo híbrido de inteligencia artificial que integra una red 2D-CNN para imágenes sMRI y una red ANN para el análisis de datos genéticos. También, se utilizan los modelos basados en aprendizaje profundo con ResNet y atención para extraer automáticamente las características relacionadas con EA.	Predicción de la progresión de deterioro cognitivo leve, identificando marcadores genéticos y neuroanatómicos que permitan la intervención oportuna de la enfermedad y la clasificación de EA en distintos grupos como AD-HC, AD-DCL y DCL-HC.	El modelo de conversión de AD tiene una precisión del 94.37%. En cambio, el modelo de aprendizaje profundo para la clasificación de EA tiene una precisión mayor a 81.84% alcanzando el 96.67%.
Resonancia magnética	(Khan et al., 2021; Li et al., 2020; Lei	Imágenes de resonancia magnética estructural y	Las imágenes sMRI T1 se procesan con FreeSurfer para	El desarrollo de un nuevo enfoque para la clasificación	100%

---

---

et al., 2020)	funcional de la base de datos ADNI.	extraer características cerebrales, que luego se normalizan y clasifican mediante TSVM, LSTSVM y RELS-TSVM. También se emplea el modelo C3D- LSTM, que combina redes convolucionales 3D y LSTM.	del deterioro cognitivo leve (DCL), el control normal (NC) y EA. De igual forma, se centra en el desarrollo de un modelo de aprendizaje profundo 4D para la distinción de la EA.
------------------	---	--	---

---

*Nota.* Esta tabla muestra las diferentes tecnologías de detección temprana de la enfermedad del Alzheimer. *Fuente.* Autores

### ***Tecnologías para la Seguridad de Personas con Alzheimer***

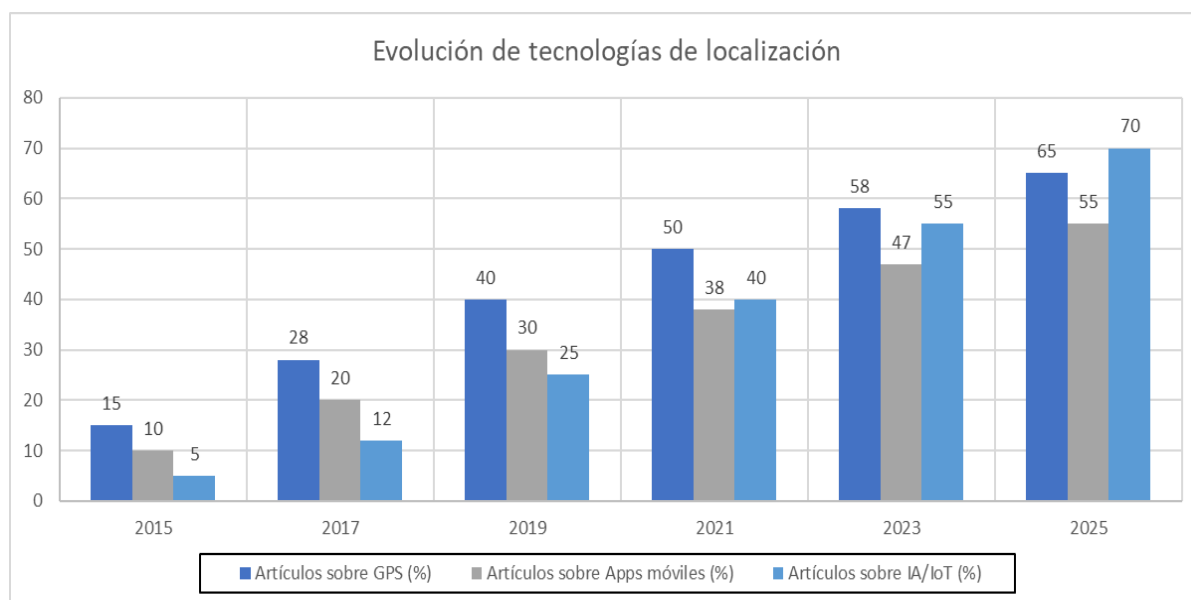
Por medio del análisis a los documentos recolectados, se identifica que las herramientas de localización como pulseras, relojes y aplicaciones móviles han generado un impacto positivo. Wu et al. (2025), resalta la importancia de estas herramientas para reducir la reducción de pérdida de las personas con Alzheimer y en casos de extravío, facilitar y reducir los tiempos de búsqueda de estas personas.

Los familiares de estos pacientes demuestran una alta adaptabilidad al uso de estos dispositivos, ya que les permiten realizar un seguimiento en tiempo real a sus seres queridos y recibir alertas en caso de desviaciones de rutas. Esto fortalece el cuidado y la seguridad de las personas con Alzheimer, la cual ha venido evolucionando a lo largo de los años, reflejándose en la cantidad de estudios realizados sobre las diferentes tecnologías empleadas para la localización y la seguridad de los pacientes, como se ilustra en la figura 7.



## Figura 7

### *Evolución del Uso de Tecnologías de Localización (2015–2025)*



*Nota.* La información mostrada, se realiza a partir de la estrategia de búsqueda en las diferentes bases de datos como SCOPUS y ScienceDirect con palabras clave como “Alzheimer AND localization technology”. *Fuente.* Autores

Con base en la información recolectada en los estudios de (Cullen et al., 2022; Rashida & Habib, 2021), en la tabla 5, se presenta una comparación entre las tecnologías de localización más comúnmente empleadas en el ámbito de monitorización de enfermedades neurodegenerativas, identificando sus principales fortalezas, limitaciones y aplicaciones.

## Tabla 5

### *Comparación de Tecnologías de Localización*

Tecnologías	Utilidad principal	Entorno de uso recomendado	Tipo de usuario	Ventajas	Limitaciones

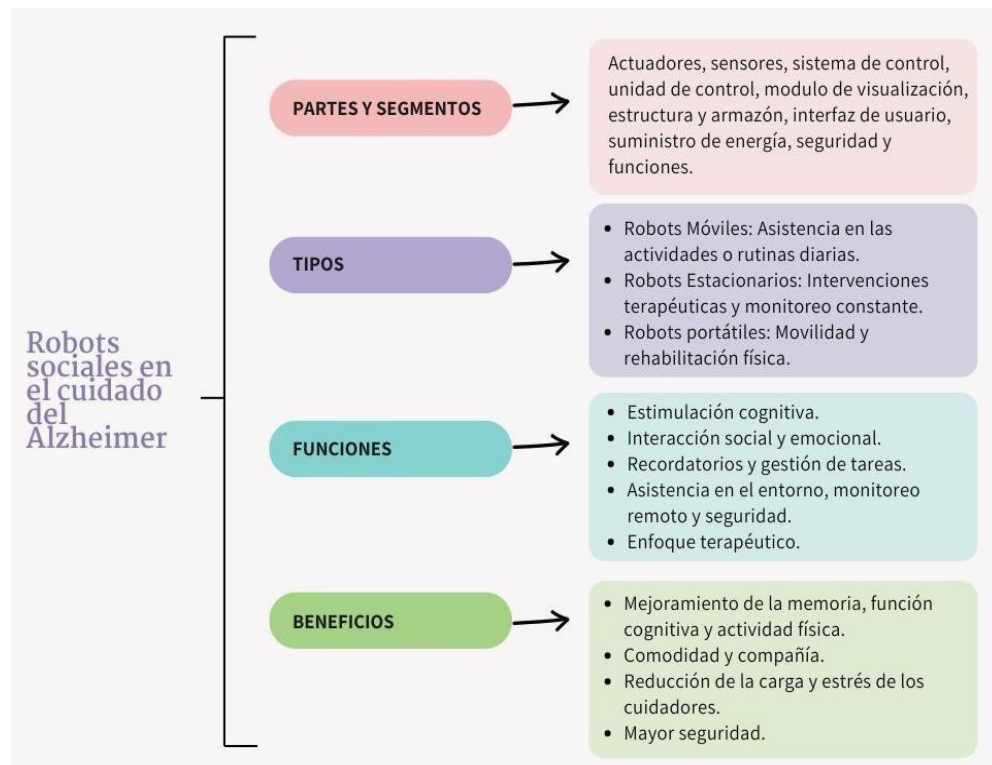
Pulseras o Relojes inteligentes con GPS	Localización y rastreo en tiempo real	Hogar y exteriores	Paciente	Localización y monitoreo en tiempo real, alarmas de seguimiento, diseño portátil y su facilidad de uso.	Costos elevados, adaptabilidad del usuario, conectividad y carga.
Aplicaciones móviles de monitoreo	Rastreo geográfico, geocerca y comunicación con cuidadores.	Hogar y exteriores	Paciente y cuidador	Monitoreo remoto, bajos costos, fácil acceso y alertas en tiempo real.	Conectividad, acceso a dispositivos con tecnologías compatibles y conocimiento básico de uso.
Sensores	Detección de presencia en áreas específicas	Hogar	Instalado por el cuidador	Detección del paciente en el rango establecido, alarmas en caso de extravío, bajo consumo energético y diseño adaptable.	Solo se puede implementar en un rango establecido y sin seguimiento móvil.
Dispositivos portátiles	Rastreo básico y alertas por botón SOS	Hogar y exteriores	Paciente	Portables por el usuario en el bolsillo, monedero o bolso y facilidad de uso.	Batería limitada y olvido de uso por parte del paciente.
Sistema de monitoreo de radiofrecuencia como etiquetas RFID	Rastreo y localización de personas dentro de espacios delimitados	Interiores	Paciente y cuidador	Bajo consumo energético, confiabilidad a largo plazo y respuesta rápida.	Alcance limitado y necesidad de múltiples equipos.

*Nota.* Esta tabla muestra las diferentes tecnologías de localización utilizadas para la seguridad de personas con Alzheimer. *Fuente.* Autores

En el contexto del cuidado de personas con Alzheimer, las tecnologías de asistencia han surgido como herramienta fundamental para mejorar la calidad de vida de los pacientes y aligerar la carga de los cuidadores. Diversos estudios como (Wu et al., 2025; FakhrHosseini et al., 2024; Moshayedi et al., 2023) han destacado el papel de los robots sociales, dispositivos inteligentes y sistemas de monitoreo remoto, los cuales pueden proporcionar apoyo emocional, monitoreo constante y asistencia en el desarrollo de las actividades diarias, por lo cual en la figura 8 se muestra un resumen de estas soluciones innovadoras permiten una atención más personalizada, autonomía del paciente y fortalecen la conexión con los cuidadores, convirtiéndose en una gran oportunidad para enfrentar los retos que conlleva el envejecimiento y la enfermedad del Alzheimer.

### Figura 8.

#### *Robots Sociales para el Cuidado de Personas con Alzheimer*



Por consiguiente, en el entorno clínico se ha venido diseñando una serie de androides para el cuidado de personas con Alzheimer o que padecen algún tipo de demencia cumpliendo una funcionalidad específica, ver figura 9. Es así que hoy en día existen diferentes tipos de robots como los robots semi-humanoides, que buscan fortalecer la interacción social y emocional, actuando como moderadores terapéuticos para mitigar las alteraciones, mejorar el estado de ánimo e incentivar las funciones cognitivas. Otro tipos de robots, son los basados en monitor que tienen como función guiar al paciente en rutinas diarias y reforzar los ejercicios terapéuticos y hábitos saludables a través de interfaces visuales intuitivas y por último los robots de diminuto empaque se enfocan en el apoyo sensorial y emocional, por lo que todas estas soluciones innovadoras permiten mejorar la calidad de vida del paciente y optimizan el trabajo del personal de salud o cuidadores.

### Figura 9

*Tipos De Robots en el Entorno Clínico*



*Nota.* (Moshayedi et al., 2023).

### Desafíos de Implementación

La enfermedad del Alzheimer representa un gran desafío para las familias y cuidadores, específicamente por el peligro que enfrentan los pacientes al desorientarse y extraviarse. Ante esta difícil situación, los dispositivos GPS surgen como una alternativa de solución tecnológica

que permite garantizar la seguridad de las personas que padecen esta dura enfermedad. A pesar de generar resultados positivos, algunas personas deben enfrentar múltiples barreras para poder acceder a estas tecnologías, dentro de las cuales se destacan el elevado costo de los dispositivos, la complejidad de uso y su adaptabilidad que pueden obstaculizar su implementación y práctica en el cuidado de los pacientes, limitando así su alcance y efectividad en entornos clínicos o residenciales, según estudios realizados no solo en Colombia sino en otros países. Por ello, en la tabla 6 se evidencia cada una de las limitaciones relacionadas con las tecnologías de localización, las cuales pueden dificultar su implementación en el entorno clínico y doméstico.

**Tabla 6**

*Limitaciones de las Tecnologías de Localización*

Área	Dificultad de Aplicación
Diseño del producto	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Diseño no portátil y voluminoso.</li> <li>● Interfaz poco amigable</li> <li>● Estética poco atractiva y estigmatizante.</li> <li>● No consideran el nivel de severidad del Alzheimer.</li> </ul>
Barreras económicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Alto costo inicial del dispositivo.</li> <li>● Costos adicionales por mantenimiento o reemplazo del sistema o dispositivo.</li> <li>● Falta de subsidios o apoyo económico para la adquisición de los dispositivos GPS.</li> <li>● Diferencia de precios por ubicación geográfica.</li> <li>● Falta de financiamiento para el diseño de nuevas tecnologías.</li> <li>● Bajo seguimiento del desarrollo del producto.</li> </ul>
Barreras tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conexión a internet constante y estable para acceder al monitoreo en tiempo real.</li> <li>● Fiabilidad y precisión limitada con respecto a la localización por GPS.</li> <li>● Baja duración de la batería.</li> <li>● Requieren mantenimiento o actualización constante.</li> </ul>

---

Barreras operacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Naturaleza no autónoma ya que requieren de la intervención humana para que el dispositivo funcione.</li> <li>● Cuidadores sin conocimientos técnicos pueden tener dificultades para acceder, configurar y monitorear el dispositivo.</li> </ul>
Barreras del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Escaso conocimiento del público.</li> <li>● Información limitada y acceso a productos comerciales.</li> <li>● Menor afinidad tecnológica por parte de los usuarios finales.</li> </ul>
Barreras éticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Información imprecisa sobre la privacidad y seguridad de los datos.</li> <li>● Estabilidad entre la capacidad de los productos para incrementar la movilidad autónoma y simultáneamente vulnerar la privacidad de las personas con demencia por medio de la ubicación.</li> </ul>
Percepción sobre la utilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Control por parte de cuidadores o seguimiento de terceros.</li> <li>● Negación al uso del dispositivo.</li> <li>● Experiencias negativas previas.</li> <li>● Preferencias por métodos tradicionales.</li> </ul>

---

*Nota.* Esta tabla muestra las limitaciones o barreras que abarcan las tecnologías de localización utilizadas para la seguridad de personas con Alzheimer. *Fuente.* (Freiesleben et al., 2021; Hegde et al., 2019).

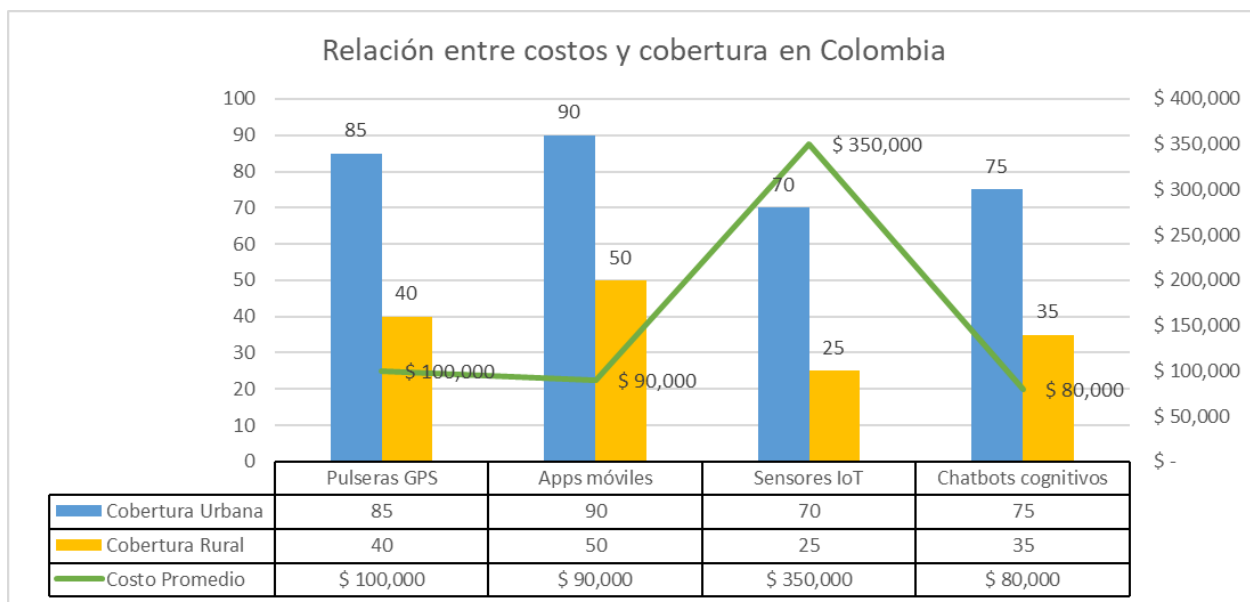
### ***Relación entre Costos y Cobertura en Colombia***

Durante el desarrollo de la investigación, se evidencia que las tecnologías de localización en personas con Alzheimer han generado impactos positivos ayudando a mejorar su calidad de vida, donde uno de los principales desafíos que enfrenta la adopción de estas tecnologías son los costos, (Freiesleben et al. 2021) indica que los familiares de estos pacientes consideran que los dispositivos de localización son herramientas útiles, sin embargo, por el tema económico son un poco inaccesibles sin un apoyo del gobierno, Por otro lado (Cullen et. al 2022) sugiere implementar programas de salud pública que incluyan estos dispositivos como herramientas necesarias de atención para pacientes con Alzheimer.

Siguiendo la figura 10, se muestra la relación entre el costo promedio de las tecnologías de localización y el nivel de cobertura (urbana - rural) en Colombia. Con base en esta información, se observa que las zonas rurales presentan una menor cobertura esto debido a que su conectividad es limitada. Por otro lado, las zonas urbanas tienen una mejor cobertura sin embargo se enfrentan a las limitaciones de los costos.

### Figura 10

*Relación Entre el Costo Promedio de las Tecnologías de Localización y el Nivel de Cobertura (Urbana - Rural) en Colombia*



*Nota.* (Rashida & Habib 2021; Wu et al. 2025; FakhrHosseini 2024; Hegde et al. 2019; Arriba-Pérez 2024).

### Impacto y Efectividad de las Tecnologías de Localización

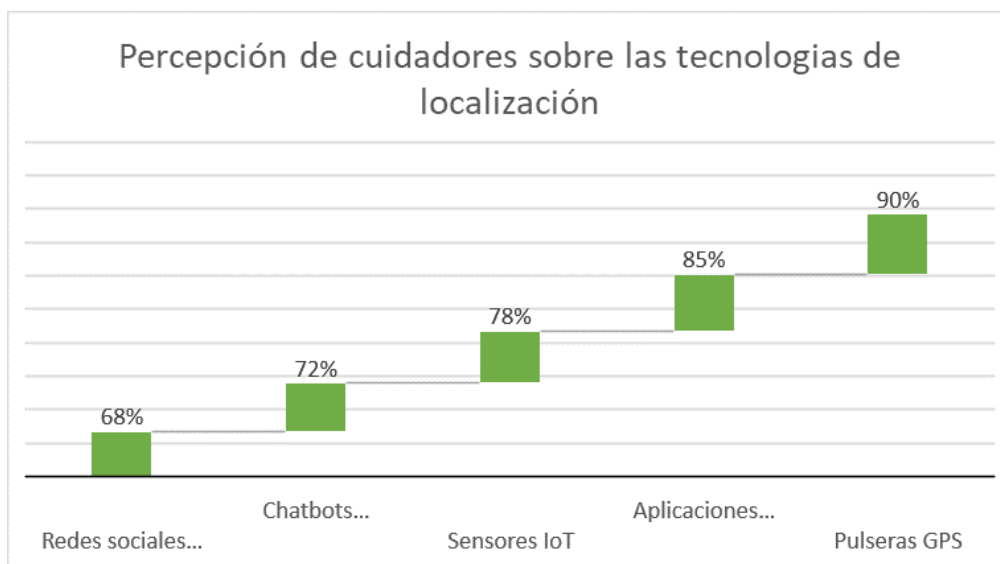
La implementación de las tecnologías de localización para las personas con Alzheimer han generado un impacto positivo, no solo en la seguridad y bienestar de estas personas sino también en sus familiares o cuidadores, esto gracias a su monitoreo continuo. Estas herramientas

tecnológicas ayudan a mitigar el extravío de las personas con Alzheimer y en casos de pérdida ayuda a reducir los tiempos de búsqueda generando mejores respuestas ante una emergencia.

Entre los impactos positivos identificados, se tiene la reducción de tensión emocional en los familiares de estas personas y sus cuidadores. Donde estos últimos deben tener una supervisión continua 24 horas sobre los afectados, las técnicas de localización fomentan una alternativa más viable en la cual tienen un control continuo de estos pacientes sin necesidad de estar presente de manera continua. Como se observa en la figura 11, el uso de dispositivos como pulseras GPS, sensores IoT y aplicaciones móviles representa una mejor percepción ante los cuidadores o familiares de los pacientes, esto se debe a su facilidad de supervisión remota lo cual ayuda a reducir la tensión por el acompañamiento constante. Estas tecnologías contribuyen en la autonomía del paciente y en la reducción de tiempos de búsqueda ante una emergencia.

### Figura 11

*Percepción de Cuidadores Sobre Tecnologías de Localización*



*Nota.* (Wu et al. 2025; FakhrHosseini et al. 2024; Castellano et al. 2024)



De esta forma, las tecnologías de localización se han convertido en un instrumento fundamental para mejorar la calidad de vida de las personas que padecen Alzheimer, al proporcionar una solución innovadora para uno de los síntomas más preocupantes que abarca esta enfermedad: la desorientación espacial, tal como se observa en la figura 12.

**Figura 12**

*Beneficios de las Tecnologías de Localización para las Personas con Alzheimer*



*Nota.* (Shikha & Roy Choudhury, 2023; Hsiao et al., 2018, Ogawa et al., 2004; Koo & Vizer, 2019)

Los dispositivos de seguimiento inalámbrico se han convertido en una opción adecuada para enfrentar la deambulación anormal de las personas con demencia, los cuales utilizan GPS como módulo de seguimiento de ubicación con una red celular local para el envío de mensajes en caso de emergencia. Estos dispositivos portátiles se pueden colocar en distintas partes del cuerpo para una mayor comodidad y adaptabilidad del paciente como pierna, cuello, muñeca, pecho o cintura, como se indica en la tabla 7. De esta forma, la evolución de la tecnología precisa de

monitoreo GPS, ha traído consigo el desarrollo de una serie de dispositivos portátiles que posibilitan la localización de las personas con Alzheimer reduciendo significativamente el desafío de la deambulación o extravío de los pacientes. Así mismo, a través de estos dispositivos se pueden llevar a cabo diferentes funciones como el conteo de pasos y el control de velocidad, rumbo y temperatura corporal permitiendo tener una perspectiva de vida inteligente más segura y enfocada en el consumidor.

**Tabla 7**

*Comparación de dispositivos portátiles de GPS.*

Dispositivo	Precio (US\$)	Características	Factor de forma	Sensor	Servicio de alerta SOS
SmartSole	299.00	Material resistente al agua y antirricción, batería de 18–48 h.	Suela de zapato	Sensor de GPS y sensor de altitud.	SMS o correo electrónico
Freedom GPS Locator Watch	599.99	Estuche compacto, no hipoalergénico, batería de 30 días, SIM micro.	Reloj portatil	Sensor GPS	SMS o correo electrónico
Mindme Locate	199.99	Batería de 48 h, carga rápida, activación SIM multifred.	Portátil como colgante, llavero, bolsillo o bolso.	Sensor GPS	Correo electrónico o llamada.
MovilTecno 866	284.97	Resistente al agua, botón SOS de emergencia,	Reloj portatil	Sensor GPS, tensiómetro, pulsómetro y podómetro.	SMS o llamada.

detector de  
caídas, monitor  
de la salud y  
larga duración  
de la batería.

---

*Nota.* Esta tabla muestra algunos dispositivos GPS utilizados para la seguridad de personas con Alzheimer. *Fuente.* (Ray et al., 2019)

Más allá de las especificaciones técnicas de los dispositivos portátiles de GPS comúnmente empleados por personas con Alzheimer, resulta esencial comprender su efecto en el cuidado y la vida cotidiana de los pacientes y sus familias. Es así que varios estudios como (Kim et al., 2024; Olsson et al., 2015; Milne et al., 2014) han evaluado el uso de esta tecnología en relación con la autonomía, la seguridad durante actividades al aire libre, el tiempo requerido para su localización en caso de desorientación y el nivel de carga emocional en cuidadores y parientes, los cuales se resumen en la tabla 8.

### **Tabla 8**

#### *Análisis de Efectividad de los Dispositivos GPS*

Categoría de análisis	Resultado
Protección y autonomía del paciente	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumento en las actividades independientes al aire libre, después del uso de los dispositivos GPS.</li> <li>● Mayor percepción de seguridad y autonomía apreciada, por las personas con deterioro cognitivo leve y moderado.</li> <li>● Uso del GPS fomentado como posibilidad ante las medidas restrictivas, bajo el concepto de caminata segura.</li> </ul>
Disminución del tiempo de búsqueda	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los cuidadores estimaron una reducción en el tiempo requerido, para encontrar al paciente cuando ocurre un incidente de extravío.</li> <li>● Las alarmas automáticas y el monitoreo en tiempo real, proporcionaron una intervención oportuna y la ubicación rápida del paciente.</li> <li>● Disminución con respecto a la intervención policial y</li> </ul>

---

Ventajas para cuidadores y familiares

la duración de los eventos de búsqueda.

- Reducción representativa en los niveles de preocupación.
- Mejora en el bienestar emocional del cuidador, mayor tiempo para sí mismo y minimización de conflictos con el paciente.
- Elevada aceptación y satisfacción general, permitiendo tener una opción definitiva para la seguridad de la persona con EA.

Restricciones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Errores en la precisión del posicionamiento o demoras en la recepción de alertas.</li><li>• Dificultades técnicas y de usabilidad, que pueden perjudicar la experiencia del usuario.</li><li>• Las preocupaciones éticas sobre la vigilancia y privacidad de datos, fueron superadas por los beneficios de autonomía y seguridad del paciente.</li></ul>
---------------	--

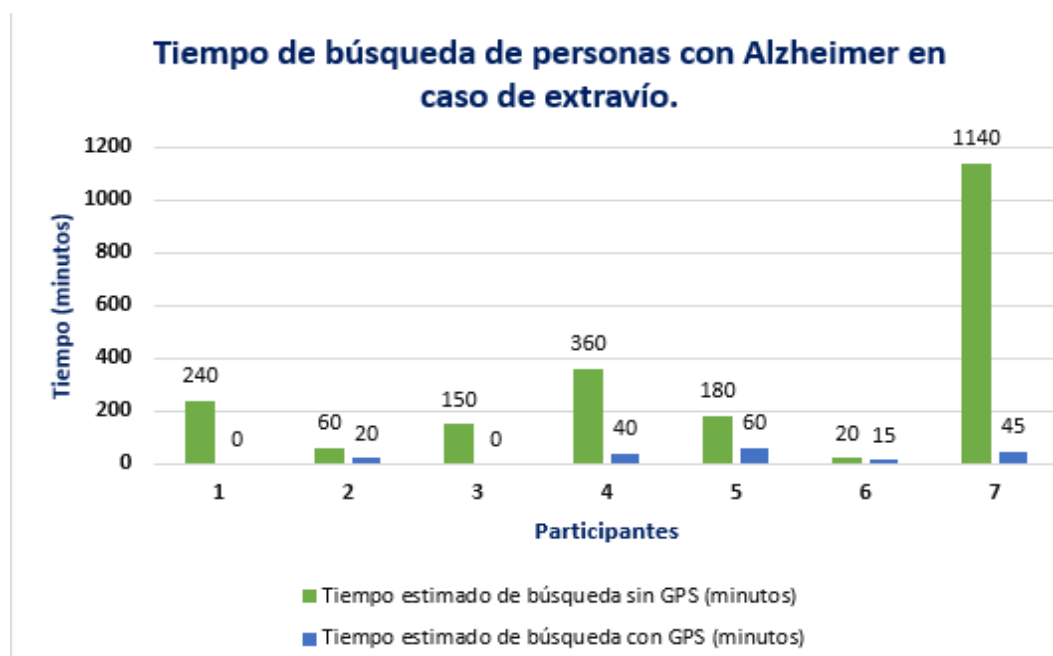
---

*Nota.* Esta tabla muestra un análisis de la efectividad de las tecnologías de localización en el contexto de la enfermedad del Alzheimer. *Fuente.* Autores.

En consecuencia, es importante considerar que para realizar el análisis de aceptabilidad y eficacia de las tecnologías de localización se establecen geocercas de común acuerdo con las personas participantes, las cuales varían según el paciente ya que podía contar con una zona amplia o una ruta específica para cada paciente (Milne et al., 2014). De esta forma, se puede determinar el tiempo de estimación dedicado a la búsqueda antes y después de utilizar el dispositivo GPS, en el cual se alcanzó una disminución considerable lo que permitió confirmar su efectividad, tal como se observa en la figura 13.

### Figura 13

*Tiempo Estimado de Búsqueda Antes y Después del Uso de Dispositivos Portátiles GPS*



*Nota.* (Milne et al., 2014).

En definitiva, se puede evidenciar que las tecnologías de localización en pacientes con Alzheimer han generado un impacto positivo no solo en la vida de las personas que padecen esta enfermedad sino también en sus familiares o personas a cargo de su cuidado. El uso de dispositivos como pulseras GPS, sensores IoT, etiquetas RFID, aplicaciones móviles y uso de IA (inteligencia artificial) no solo han ayudado a mejorar la seguridad de los pacientes, sino que también han contribuido a reducir la carga emocional de los cuidadores, generando una respuesta oportuna ante una emergencia.

Estudios como el de (Holmqvist et. al 2025), demuestran la efectividad para identificar el estado cognitivo por medio del monitoreo a través de las pulseras inteligentes, así mismo, menciona que estos dispositivos son de gran utilidad para realizar un constante seguimiento cognitivo con el fin de identificar cualquier anomalía de manera oportuna, facilitando una intervención oportuna y preventiva, reforzando así el uso de estas tecnologías en el ámbito

clínico. Por otro lado, (Barua et al. 2020) resalta el uso de las tecnologías para la prevención de extravío de los pacientes con Alzheimer, se basa en el estudio de tecnologías de banda ultra ancha (UWB) con el uso de algoritmos que permitan detectar de una manera más precisa los episodios de deambulación de las personas con Alzheimer, esto con el fin de reaccionar de manera oportuna.

Así mismo, (Alsubaie et al. 2024) destaca la aplicación de los modelos de deep learning, los cuales se basan en la neuroimagen como un método de detección oportuna de la enfermedad, dando un diagnóstico más preciso para identificar las etapas iniciales del Alzheimer.

Los estudios realizados sobre el Alzhéimer demuestran la necesidad de promover el uso de las tecnologías de localización, fomentando estabilidad, seguridad e independencia en estos pacientes y sus familiares.

## **Discusiones e implicaciones**

Luego de realizar este estudio de investigación sobre las tecnologías de localización para personas con Alzheimer, se resalta la importancia de implementar estas tecnologías no solo de localización sino también de monitoreo en estos pacientes. La implementación de estas tecnologías han impactado de manera positiva en los individuos con Alzheimer y sus familiares, esto gracias a que fomentan la seguridad en la mayor parte del tiempo posible y en casos de emergencia, permiten realizar una reacción más oportuna protegiendo la integridad de los pacientes y reduciendo el estrés con el monitoreo continuo de sus familiares o cuidadores.

En Colombia, la implementación de estas tecnologías representan un gran desafío por el cubrimiento de la red, especialmente en las zonas rurales, en las cuales el acceso es un poco limitado por temas de infraestructura. además de un reto económico que les impide adquirirlo. Siendo así que estas tecnologías no solo promueven una innovación tecnológica en el país, sino que también fomentan herramientas tecnológicas para la adaptabilidad, tratamiento, seguimiento y seguridad de las persona con Alzheimer, brindándoles autonomía e inclusión.

Los resultados obtenidos permitieron notar la importancia de que entidades gubernamentales o instituciones de salud, faciliten la adopción de estas tecnologías a los pacientes con Alzheimer, promoviendo subsidios y formación tecnología a los familiares de estos pacientes, esto debido a que en algunos casos, cuentan con el recurso monetario pero por falta de conocimiento tecnológico no hace uso de estas herramientas, las cuales son muy necesarias e indispensables para mejorar la calidad de vida y la seguridad de estas personas sin distinción.

**Estrategias Para Mejorar la Adopción y Accesibilidad de las Tecnologías de Localización**



Una de las principales barreras para la adopción de dispositivos de GPS, es el desconocimiento de su funcionamiento y beneficios, tanto por parte de los cuidadores o familiares como del personal institucional. Por ello, es adecuado implementar programas de capacitación y sensibilización que permitan proporcionar información clara, detallada y accesible sobre estas herramientas para su conocimiento, favoreciendo la aceptación de la tecnología y eliminando los temores asociados sobre su uso. De esta forma, para lograr una adecuada aceptación por parte del paciente es necesario que los dispositivos sean diseñados desde una perspectiva centrada en el usuario teniendo en cuenta cada una de las capacidades cognitivas, motoras y emocionales para poder crear un diseño ligero, discreto, resistente al agua y con funcionalidades intuitivas que facilitan su accesibilidad y eficacia para uso de forma continua.

El uso de las tecnologías de localización en entornos clínicos puede ser un poco complicado ya que se requiere que sean verdaderamente efectivas al integrarlas dentro de los protocolos de cuidado, por medio de la capacitación del personal con respecto al monitoreo y gestión de los dispositivos al determinar las zonas seguras mediante geocercas. También, es necesario contar con los sistemas de alerta que posibiliten actuar rápidamente ante situaciones de emergencia, fortaleciendo el bienestar e integridad de los pacientes.

Por último, la implementación de las herramientas de localización debe ir acompañada de procesos de evaluación continua que permitan reconocer las fortalezas y áreas de mejora en el uso cotidiano, mediante distintos mecanismos de retroalimentación tales como encuestas, entrevistas y análisis de datos de ocupación que simbolizan la eficacia real de los dispositivos, permitiendo mejorar el diseño y la adaptación de las funcionalidades a las necesidades específicas de cada entorno reforzando su potencial a largo plazo.

### **Fortalezas y Limitaciones**

Esta investigación permite conocer la eficiencia de integrar la parte clínica con el enfoque tecnológico y el recurso humano, para impactar en la vida de las personas con Alzheimer, las herramientas de localización generan seguridad e independencia en estos pacientes mejorando su calidad de vida y la inclusión en la sociedad. A través, de la revisión literaria se realiza un análisis detallado de cada una de las herramientas de localización, basado en su efectividad, adaptabilidad y el apoyo que le brindan no solo a las personas con Alzheimer sino también a sus familiares, ya que se genera nuevos métodos de supervisión que disminuyen considerablemente la carga de sus parientes o cuidadores.

En cuanto a limitaciones se pueden encontrar el recurso económico y la falta de infraestructura adecuada para acceder a estas tecnologías. En zonas rurales de Colombia el acceso a la conectividad es limitado por temas de cobertura, por ello la implementación de estas tecnologías en esas zonas representan un gran desafío, por lo que es necesario adaptarlas con los recursos disponibles, para garantizar que todas las personas que requieren estas herramientas puedan acceder a ellas y gozar de sus beneficios.

## Conclusiones

A través de este estudio exhaustivo, se ha demostrado que el Alzheimer es un problema de salud pública de gran magnitud, caracterizado por el deterioro de las funciones cognitivas y autonomía personal de quien la padece, lo cual genera un impacto emocional, social y económico tanto en el entorno familiar como en los sistemas de salud. Es por esto, que conocer la enfermedad, sus síntomas, causas y consecuencias permite identificar que los olvidos frecuentes, desorientación espacial y cambios en el estado de ánimo y comportamiento, los cuales van empeorando con el tiempo hasta afectar gravemente la capacidad de realizar actividades cotidianas son signos de alarma del posible inicio de la enfermedad. Aunque, la causa que la origina se desconoce, se sabe que principalmente está relacionada con los factores genéticos y biológicos, como la acumulación anormal de proteínas en el cerebro que provocan la muerte progresiva de las neuronas, por lo que la creciente prevalencia del Alzheimer y el envejecimiento de la población exige la incorporación de soluciones innovadoras que mejoren el diagnóstico, la seguridad y la calidad de vida de quienes la padecen.

En ese contexto, las tecnologías de detección temprana de la enfermedad del Alzheimer han avanzado considerablemente en los últimos años, dentro de las herramientas más destacadas se encuentran las neuroimágenes (resonancia magnética y tomografía por emisión de positrones) y señales de electroencefalograma que facilitan observar los cambios estructurales y funcionales en el cerebro. Así mismo, se han desarrollado pruebas cognitivas digitalizadas y aplicaciones basadas en inteligencia artificial para detectar los signos sutiles del deterioro cognitivo mejorando la precisión del diagnóstico y seguimiento continuo del estado del paciente.

Por otro lado, la robótica con sentido social se ha convertido en una herramienta innovadora y complementaria en el cuidado de personas con Alzheimer, al brindar asistencia

emocional y cognitiva ya que posibilitan la interacción con los pacientes de forma empática y personalizada contribuyendo en gran medida en el apoyo de las actividades diarias, recordatorios y tareas que estimulan la memoria y la comunicación, debido a que favorecen la autonomía y reducen la sensación de soledad y estrés de los cuidadores como los robots Milo R25, Pepper y Miro.

Por medio de esta investigación se pretende contribuir al desarrollo de tecnologías de localización más accesibles que se adapten a las necesidades de los pacientes, para ello es necesario trabajar de la mano del sector salud, desarrolladores tecnológicos e instituciones gubernamentales que ayuden a garantizar la integración de estos sistemas para el cuidado y seguridad y las personas que padecen esta enfermedad, dispositivos como pulseras GPS, sensores IoT, etiquetas RFID, aplicaciones móviles y uso de IA (inteligencia artificial), fomentan la autonomía de estos pacientes y reducen la carga de los familiares. Como podemos notar estas tecnologías no solo impactan la vida de estos pacientes sino también promueven el crecimiento innovador en el país.

Es importante seguir investigando sobre las tecnologías de localización existentes y así mismo indagar sobre nuevas, para potenciar el uso de las mismas implementando políticas de fácil acceso para todas las personas, adoptar estas tecnologías ayudan a fomentar una sociedad más inclusiva y segura para las personas con Alzheimer, contribuyendo a su autonomía de una manera segura, esto no solo promueve un apoyo para los pacientes con Alzheimer sino que también para los familiares y cuidadores ya que brinda una supervisión en tiempo real fomentado la calidad y seguridad de los pacientes.

El uso de estas tecnologías aún enfrenta desafíos, debido a temas económicos, conectividad por zona de habitabilidad de los pacientes, entre otros, por ello es necesario

demostrar la importancia de estos dispositivos para fomentar la implementación de los mismos y así ayudar a mitigar la pérdida de estas personas en sus momentos de desorientación.

Esta monografía pretende proyectar un futuro innovador e inclusivo que promueva la seguridad e integridad de las personas con Alzheimer.

## Referencias

- Abadal, S., Galván, P., Mármol, A., Mammone, N., Ieracitano, C., Giudice, M.L., Salvini, A., & Morabito, F.C. (2025). Graph neural networks for electroencephalogram analysis: Alzheimer's disease and epilepsy use cases. *Elsevier*, *181*(106792).  
<https://doi.org/10.1016/j.neunet.2024.106792>
- Akbar, F., Taj, I., Muhammad Usman, S., Shariq Imran, A., S, K., Ihsan, I., Ali, A., & Yasin, A. (2025, Febrero 24). Unlocking the potential of EEG in Alzheimer's disease research: Current status and pathways to precision detection. *Elsevier*, *223*(111281). [https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0361923025000930?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0361923025000930?via%3Dihub)
- Alahmadi, T.J., Rahman, A.U., Alhababi, Z.A., Ali, S., & Alkahtani, H.K. (2024). Prediction of mild cognitive impairment using EEG signal and BiLSTM network. *Institute of Physics*, *5*(025028). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2632-2153/ad38fe>
- Alsubaie, M. (2024). Alzheimer's Disease Detection Using Deep Learning on Neuroimaging: A Systematic Review. *achine Learning and Knowledge Extraction*, *6*(1), 464-505.  
<https://doi.org/10.3390/make6010024>
- Andargoli, A.E., Ulapane, N., Nguyen, T.A., Shuakat, N., Zelcer, J., & Wickramasinghe, N. (2024). Intelligent decision support systems for dementia care: A scoping review. *Elsevier B.V.*, *150*(102815).  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0933365724000575?via%3Dihub>
- Appiah Kubi1, N.N.B., & Nazir, S. (2025). Dementia prediction with multimodal clinical and imaging data. *Springer Science and Business Media B.V.*, *17*, 5-16. <https://link-springer-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/article/10.1007/s41870-024-02326-7>

- Arriba-Pérez, F., García-Méndez, S., González-Castaño, F. J., & Costa-Montenegro, E. (2023). Automatic detection of cognitive impairment in elderly people using an entertainment chatbot with Natural Language Processing capabilities. *J Ambient Intell Human Comput*, *14*, 16283–16298. <https://doi.org/10.1007/s12652-022-03849-2>
- Barua, A., Dong, C., Al-Turjman, F., & Yang, X. (2020). Edge Computing-Based Localization Technique to Detecting Behavior of Dementia. *IEEE*, *8*, 82108-82119. [10.1109/ACCESS.2020.2988935](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988935)
- Bonilla Santos, J., González Hernández, A., Cala Martínez, D.Y., Gómez Morales, D.F., Calceto Garavito, L.N., Forero Aldana, A.E., González Montealegre, R.A., Cardona Cumaco, Y.A., Rojas Bernal, L.A., Zabaleta Orozco, M.A., & Parra, M.A. (2023, Noviembre). Prevalence of Mild Cognitive Impairment in Southern Regions of Colombia. *Journal of Alzheimer's Disease Reports*, *7*. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.3233/ADR-230041>
- Borji, A., Hejazi, T.H., & Seifi, A. (2025). Introducing an Ensemble Method for the Early Detection of Alzheimer's Disease through the Analysis of PET Scan Images. *Ayandegan Institute of Higher Education*, *14*, 65-85. <https://doaj.org/article/4ca2ce00f50d40769acc7186093ccb2f>
- Bravo Ortiz, M.A., Holguin Garcia, S.A., Quiñones Arredondo, S., Mora Rubio, A., Guevara Navarro, E., Arteaga Arteaga, H.B., Ruz, G.A., & R, T. S. (2024). A systematic review of vision transformers and convolutional neural networks for Alzheimer's disease classification using 3D MRI images. *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*, *36*, 21985 - 22012. <https://link-springer-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/article/10.1007/s00521-024-10420-x>

- Broadbent, E., Stafford, R., & MacDonald, B. (2009). Acceptance of Healthcare Robots for the Older Population: Review and Future Directions. *Int J of Soc Robotics, 1*, 319–330. <https://doi.org/10.1007/s12369-009-0030-6>
- Cai, H., Sheng, X., Wu, G., Hu, B., Cheung, Y.-M., & Chen, J. (2024). Brain Network Classification for Accurate Detection of Alzheimer's Disease via Manifold Harmonic Discriminant Analysis. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 35*, 17266-17280. <https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/10214974>
- Castellano, G., Esposito, A., Lella, E., Montanaro, G., & G, V. (2024). Automated detection of Alzheimer's disease: a multi-modal approach with 3D MRI and amyloid PET. *Nature Research, 14*(5210). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56001-9>
- Coelho, M., Cerny, M., & Tavares, J.M.R.S. (2023). Deep learning methods to detect Alzheimer's disease from MRI: A systematic review. *John Wiley and Sons Inc, 42*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/exsy.13463>
- Cullen, A., Mazhar, M.K.A., Smith, M.D., Lithander, F.E., Breasail, M.Ó., & Henderson, E.J. (2022). Wearable and Portable GPS Solutions for Monitoring Mobility in Dementia: A Systematic Review. *Sensors (MDPI), 22*(3336). <https://doi.org/10.3390/s22093336>
- FakhrHosseini, S., Cerino, L., D'Ambrosio, L., Balmuth, L., Lee, C., & Wu, M. (2024, Noviembre). Telepresence Robots in the Context of Dementia Caregiving: Caregivers' and Care Recipients' Perspectives. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), 13*(160). <https://www.mdpi.com/2218-6581/13/11/160>
- Feil Seifer, D., & J Mataric, M. (2005). Defining Socially Assistive Robotics. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.* <https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/1501143>



- Francis, A., Pandian, S.I.A., Sagayam, K.M., Dang, L., Anitha, J., Dinh, L., Pomplun, M., & Dang, H. (2024). Early detection of Alzheimer's disease using squeeze and excitation network with local binary pattern descriptor. *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*, 27(54). <https://link-springer-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/article/10.1007/s10044-024-01280-1>
- Freiesleben, S.D., Megges, H., Herrmann, C., Wessel, L., & Peters, O. (2021, Junio 21). Overcoming barriers to the adoption of locating technologies in dementia care: a multi-stakeholder focus group study. *BMC Geriatrics*, 21(378). <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02323-6>
- Garea Llano, E. (2023). Update on the study of alzheimer's disease through artificial Intelligence techniques. *Sciendo*, 17, 51-60. <https://doi.org/10.14313/JAMRIS/2-2023/15>
- Ghorbani. (2020). An Intelligent Assistive System Based on Augmented Reality and Internet of Things for Patients with Alzheimer's Disease. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.05569>
- Hegde, N., Muralidhara, S., & Ashoka, D.V. (2019). A low-cost and autonomous tracking device for Alzheimer's patients. *Emerald Publishing Limited*, 13(4), 201 - 211. <https://doi.org/10.1108/JET-03-2019-0017>
- Holmqvist, S., Kaplan, M., Chaturvedi, R., Shou, H., & Giovannetti, T. (2025). Longitudinal and Combined Smartwatch and Ecological Momentary Assessment in Racially Diverse Older Adults: Feasibility, Adherence, and Acceptability Study. *JMIR Human Factors*, 12. <https://doi.org/10.2196/69952>
- Hsiao, R.-S., Kao, C.-H., Xiang Chen, T., & Lun Chen, J. (2018). A passive RFID-based location system for personnel and asset monitoring. *Technology and Health Care*, 26(1), 11 - 16. <https://doi.org/10.3233/THC-171402>

- Huang, C., Wang, J., Wang, S.-H., & Zhang, Y.-D. (2022). Applicable artificial intelligence for brain disease: A survey. *Elsevier B.V*, 504, 223 - 239.  
<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.07.005>
- Jaramillo, A.M. (2022). Changes in Residential Arrangements in Old Age in Colombia (Censuses 2005 and 2018). *Springer Nature*, 15, 725–740.  
<https://doi.org/10.1007/s12062-022-09374-6>
- Jiang, S., Feng, Q., Li, H., Deng, Z., & Jiang, Q. (2024). Attention based multi-task interpretable graph convolutional network for Alzheimer’s disease analysis. *Elsevier B.V*, 180, 1-8.  
<https://doi.org/10.1016/j.patrec.2024.02.016>
- Khan, R.U., Tanveer, M., & Pachori, R.B. (2021). A novel method for the classification of Alzheimer's disease from normal controls using magnetic resonance imaging. *Blackwell Publishing Ltd*, 38(e12566). <https://doi.org/10.1111/exsy.12566>
- Kim, J., Hwang, M., & Hwang, Y. (2024). An Integrative Review of the Feasibility and Effects of the Use of Location-Tracking Devices by Persons Living With Cognitive Impairment. *American Journal of Alzheimer’s Disease & Other Dementias*  
*American Journal of Alzheimer’s Disease & Other Dementias*, 39, 1-9.  
<https://doi.org/10.1177/15333175241264767>
- Kolakowski, M., & Blachucki, B. (2019). Monitoring Wandering Behavior of Persons Suffering from Dementia Using BLE Based Localization System. *IEEE*, 1-4.  
 10.1109/TELFOR48224.2019.8971136
- Koo, B.M., & Vizer, L.M. (2019). Examining Mobile Technologies to Support Older Adults With Dementia Through the Lens of Personhood and Human Needs: Scoping Review. *JMIR Publications Inc.*, 7(e15122). <http://dx.doi.org/10.2196/15122>

- Lei, B., Yanga, M., Yanga, P., Zhou, F., Hou, W., Zou, W., Li, X., Wang, T., Xiao, X., & Wang, S. (2020). Deep and joint learning of longitudinal data for Alzheimer's disease prediction. *Elsevier Ltd*, 102(107247). [https://www.sciencedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0031320320300534?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0031320320300534?via%3Dihub)
- Li, W., Lin, X., & Chen, X. (2020). Detecting Alzheimer's disease Based on 4D fMRI: An exploration under deep learning framework. *Elsevier*, 388, 280 - 287. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.01.053>
- López de Ipiña, K., Martínez-de-Lizarduy, U., Calvo, P.M., Beitia, B., García-Melero, J., Fernández, E., Ecay-Torres, M., Faundez-Zanuy, M., & Sanz, P. (2020). On the analysis of speech and disfluencies for automatic detection of Mild Cognitive Impairment. *Springer Nature*, 32, 15761–15769. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3494-1>
- Massoud, M.A., El-Bouridy, M.E., & Ahmed, W.A. (2024). Revolutionizing Alzheimer's detection: an advanced telemedicine system integrating Internet-of-Things and convolutional neural networks. *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*, 36, 16411-16426. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-09859-9>
- Milne, H., van der Pol, M., McCloughan, L., Hanley, J., Mead, G., Starr, J., Sheikh, A., & McKinstry, B. (2014). The use of global positional satellite location in dementia: a feasibility study for a randomised controlled trial. *BMCPsychiatry*, 14(160). <https://doi.org/10.1186/1471-244X-14-160>
- Ministerio de salud y protección social. (2024, Diciembre 5). Boletín técnico: Personas mayores del año 2024. *Ministerio de salud y protección social*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/boletines-personas-mayores-dic-2024.pdf>

- Mohammed, E.M., Fakhrudeen, A.M., & Alani, O.Y. (2024). Detection of Alzheimer's disease using deep learning models: A systematic literature review. *ScienceDirect*, 50(101551). <https://doi.org/10.1016/j.imu.2024.101551>
- Mokadem, Z., Djerioui, M., Attallah, B., & Brik, Y. (2024, Diciembre). A Comparison of Machine Learning Algorithms for Predicting Alzheimer's Disease Using Neuropsychological Data. *Science, Engineering and Technology*, 5(1), 177–191. <https://doi.org/10.54327/set2025/v5.i1.182>
- Moshayedi, A.J., Uddin, N.M.I., & Zhang, X. (2023). Exploring the role of robotics in Alzheimer's disease care: innovative methods and applications. *Emerald Publishing*, 43(6), 669 - 690. <https://doi.org/10.1108/RIA-04-2023-0045>
- Nardone, E., D'Alessandro, T., De Stefano, C., Fontanella, F., & Scotto di Freca, A. (2025, Febrero 25). A Bayesian network combiner for multimodal handwriting analysis in Alzheimer's disease detection. *Elsevier*, 190(177-184). <https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0167865525000613?via%3Dihub>
- Noella, R.S.N., & Priyadarshini, J. (2023). Diagnosis of Alzheimer's, Parkinson's disease and frontotemporal dementia using a generative adversarial deep convolutional neural network. *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*, 35(3), 2845 - 2854. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07750-z>
- Ogawa, H., Yonezawa, Y., Maki, H., Sato, H., & Caldwell, W.M. (2004). A mobile phone-based Safety Support System for wandering elderly persons. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 3316–3317. <https://doi.org/10.1109/iembs.2004.1403932>
- Olsson, A., Engstrom, M., Asenlof, P., Kirsti, & Lampic, C. (2015). Effects of Tracking Technology on Daily Life of Persons With Dementia: Three Experimental Single-Case

Studies. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 30(129-40).

<https://doi.org/10.1177/1533317514531441>

Park, S., Chang Hyung, H., Lee, D., & Shin, H. (2023). Prospective classification of Alzheimer's disease conversion from mild cognitive impairment. *Elsevier Ltd*, 164, 335-344.

[https://www-sciencedirect-](https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0893608023002046?via%3Dihub)

[com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0893608023002046?via%3Dihub](https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0893608023002046?via%3Dihub)

Pavitra, B., Narendar, S.D., Sharma, S.K., & Hashmic, M.F. (2023). Dementia prediction using novel IOTM (Internet of Things in Medical) architecture framework. *IOS Press BV*, 27, 29-45. [https://research-ebsco-](https://research-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=497e0cf4-1a09-3302-8f02-1b6396108bc9)

[com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=497e0cf4-1a09-3302-8f02-1b6396108bc9](https://research-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=497e0cf4-1a09-3302-8f02-1b6396108bc9)

Pawar, S.V., Hussain, M.A., Priya R, B., MS, S., & S, M. (2024). A Systematic Review on Multi-Modal Federated Learning Techniques for Early Alzheimer's Disease Detection.

*Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.* [https://ieeexplore-ieee-](https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/10816863/)

[org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/10816863/](https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/10816863/)

Pou Prom, C., Raimondo, S., & Rudzicz, F. (2020). A Conversational Robot for Older Adults with Alzheimer's Disease. *Association for Computing Machinery*, 9(21).

<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3380785>

Qodrati, Z., Taji, S.M., Habibollah, D., & Kazemi, K. (2024). An Ensemble CNN for Brain Age Estimation based on Hippocampal Region Applicable to Alzheimer's Diagnosis. *Institute*

*of Electrical and Electronics Engineers Inc.*, 373-377. [https://ieeexplore-ieee-](https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/10874699)

[org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/10874699](https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/10874699)

- Rashida, M., & Habib, M.A. (2021). A smartphone-based wander management system for Bangla speaking patients with Alzheimer's disease. *Springer Science and Business Media B.V.*, 13(6), 2543-2550. <https://doi.org/10.1007/s41870-021-00761-4>
- Ray, P.P., Dash, D., & De, D. (2019). A Systematic Review and Implementation of IoT-Based Pervasive Sensor-Enabled Tracking System for Dementia Patients. *Journal of Medical Systems*, 43(287). <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s10916-019-1417-z>
- Sajjad, M., Ramzan, F., Khan, M.U.G., Rehman, A., Kolivand, M., Fati, S.M., & Bahaj, S.A. (2021). Deep convolutional generative adversarial network for Alzheimer's disease classification using positron emission tomography (PET) and synthetic data augmentation. *John Wiley and Sons Inc*, 84(12). <https://doi.org/10.1002/jemt.23861>
- Senthilkumar, T., Kumarganesh, S., Sivakumar, P., & Periyarselvam, K. (2022). Primitive detection of Alzheimer's disease using neuroimaging: A progression model for Alzheimer's disease: Their applications, benefits, and drawbacks. *IOS Press BV*, 43(4), 4431-4444. <https://doi.org/10.3233/JIFS-220628>
- Shafiq Surameery, N.M., Alazzawi, A., & Asaad, A.T. (2025, Enero). Intelligent Approaches for Alzheimer's Disease Diagnosis from EEG Signals: Systematic Review. *University of Bahrain*, 17. <http://dx.doi.org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.12785/ijcde/1571024840>
- Shikha, N., & Roy Choudhury, A. (2023). A Survey on Memory Assistive Technology for Elderly. *EDP Sciences*, 145 - 155. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-28324-6>
- Sindi, S., Mangialasche, F., & Kivipelto, M. (2015, Mayo 12). Advances in the prevention of Alzheimer's Disease. *F1000Prime Reports*, 7,50. <https://doi.org/10.12703/P7-50>

- Syed, M.R., Kothari, N., Joshi, Y., & Gawade, A. (2023). EADDA: Towards Novel and Explainable Deep Learning for Early Alzheimer's Disease Diagnosis Using Autoencoders. *Ismail Saritas*, 11(4), 234 - 246.  
<https://www.ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/3517>
- Taghavi, M.F., Ghorbani, F., & Delrobaei, M. (2024, Junio). Development of an Augmented-Reality-Based Serious Game: A Cognitive Assessment Study. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.*, 16(3), 1087-1094. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1109/TCDS.2023.3329807>
- Vashishtha, A., Acharya, A.K., & Swain, S. (2022). A Comparative Study on Various Machine Learning Approaches for the Detection of Alzheimer Disease. *Ismail Saritas*, 10(3), 294 - 304. <https://www.ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/2168>
- Wang, J., Wen, S., Liu, W., Meng, X., & Jiao, Z. (2024). Deep joint learning diagnosis of Alzheimer's disease based on multimodal feature fusion. *BioMed Central Ltd*, 17(48).  
<https://doi.org/10.1186/s13040-024-00395-9>
- Wu, D., Pu, L., Jo, J., & Moyle, W. (2025). Technologies and Applications of Robots in Dementia Care: A Systematic Review. *Springer Nature*, 111(33).  
<https://doi.org/10.1007/s10846-025-02232-5>
- Xi, Y., Wang, Q., Wu, C., Zhang, L., Chen, Y., & Lan, Z. (2024, Diciembre 2). Predicting conversion of Alzheimer's disease based on multi-modal fusion of neuroimaging and genetic data. *Springer Nature Link*, 11(58). <https://doi.org/10.1007/s40747-024-01680-0>
- Xin, T.L., Arshad, A., & Abdul Salam, Z.A. (2021, Diciembre). AlzBot- Mobile App Chatbot for Alzheimer's Patient to be Active with Their Minds. *Institute of Electrical and Electronics*

*Engineers Inc.*, 124-129. <https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/9719410>

Yang, X., Tang, M., & Ushaw, G. (2024). A Serious Game Prototype of Combined Cognitive Training for Alzheimer's Patients. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.*, 537-542. <https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/10673387/>

Zeng, N., Li, H., & Peng, Y. (2023). A new deep belief network-based multi-task learning for diagnosis of Alzheimer's disease. *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.*, 35, 11599 - 11610. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06149-6>