



Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Emprendimiento e Innovación, InnovaTecNM 2024
Instituto Tecnológico Superior de La Región de los Llanos
Región 2
Etapas Regional

MEMORIA DEL PROYECTO

Folio:	54384-15	Nombre corto:	Amoxtli-Jap
Nombre descriptivo:	Cinturón auxiliar para monitoreo de alerta para la detección de caídas en adultos mayores.		
Categoría:	Servicios para la Salud		
Área de aplicación:	Salud y bienestar de los adultos mayores		
Naturaleza técnica:	Ciencias Eléctricas		

Autores		
BRYAM MUÑOZ GALVAN	Ing. en Mecatrónica	6
GABRIEL CARRIZALES	Ing. en Mecatrónica	6
ABRIL ADRIANA SANCHEZ VALENZUELA	Ing. en Administración	6
CARMEN GUADALUPE HERNANDEZ FRAIRE	Ing. en Mecatrónica	6
MIGUEL ÁNGEL RODRIGUEZ HERNANDEZ	Ing. en Mecatrónica	6

Asesores	
OSBALDO ARAGÓN BANDERAS	ing.osbaldoaragon@gmail.com
JESUS LEONEL ARCE VALDEZ	jlaitsrll@hotmail.com

ER. SS. Descripción de la propuesta

El objetivo del dispositivo se centra en proporcionar traslados seguros para los usuarios y optimizar la capacidad de respuesta ante eventos críticos, minimizando el riesgo de lesiones graves derivadas de caídas. Además, brinda una mayor sensación de seguridad a los usuarios y sus familias, gracias a la implementación de sujetadores de alta resistencia que facilitan traslados por parte de cuidadores para quienes lo necesitan.

Amoxtli-Jap es un avanzado dispositivo de monitoreo médico vestible, diseñado para el seguimiento de adultos mayores y personas con movilidad reducida. El dispositivo está integrado con sensores de alta precisión que permiten un monitoreo continuo y detallado del posicionamiento y movilidad del usuario. Su operatividad se fundamenta en la implementación de tecnología de vanguardia, incluyendo sensores de caídas y algoritmos de procesamiento de datos, que permiten analizar los patrones de movimiento en tiempo real.

Al detectar una anomalía en el movimiento, como una caída, Amoxtli-Jap activa automáticamente un protocolo de alerta. El cual comunica el incidente de forma inalámbrica a familiares, cuidadores o sistemas de respuesta médica de emergencia, garantizando una intervención rápida.

Amoxtli-Jap sobresale en el ámbito biomédico al integrar estas tecnologías enfocadas en promover el bienestar de los usuarios. Además, implementa una página web vinculada a una aplicación móvil que notifica de inmediato ante la detección de una caída, permitiendo una acción rápida. Este enfoque no solo mejora significativamente la seguridad y calidad de vida de los individuos vulnerables, sino que también contribuye a una gestión proactiva de la salud en el hogar.



ER. SS. Descripción de la problemática y justificación

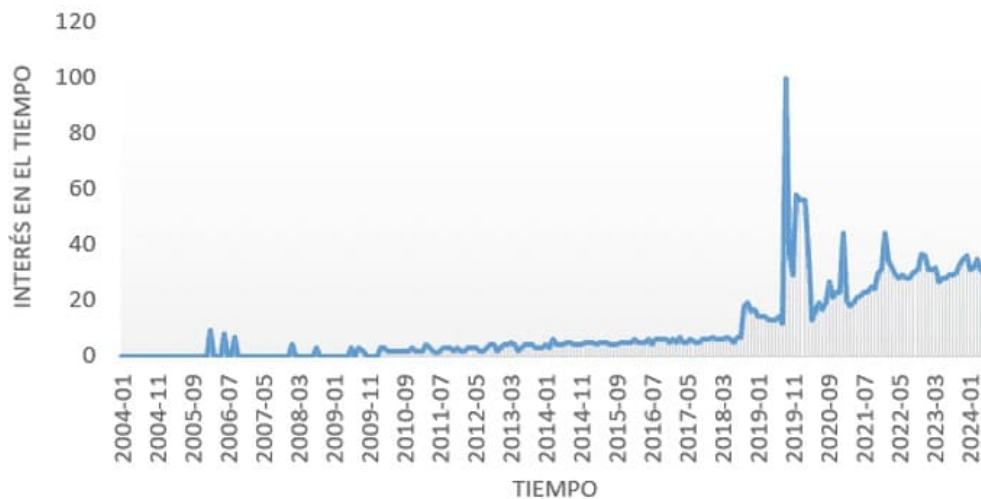
Las caídas representan una de las principales causas de lesiones graves, discapacidades e incluso muerte en adultos mayores. Según la CENAPRACE en 2017, y en base a estudios de la OMS, las caídas son eventos repentinos e involuntarios que afectan especialmente a los adultos mayores, con tasas de prevalencia que van desde el 15% al 28%, aumentando al 35% a partir de los 75 años. En México, la situación es alarmante, con una tasa de prevalencia del 26.5%, indicando una tendencia creciente con la edad. Estas caídas conllevan diversas complicaciones para la salud, incluyendo fracturas, inmovilidad, estrés postraumático y deterioro neurocognitivo, lo cual afecta negativamente la calidad de vida en este grupo. (CENAPRACE, 2017)

Amoxtli-Jap se presenta como una solución innovadora y proactiva. Diseñado con un enfoque en inclusión y equidad, el dispositivo garantiza que las personas mayores o con movilidad reducida, reciban una asistencia de manera cómoda y segura, además de una detección temprana y una respuesta efectiva ante caídas. Utilizando tecnología avanzada, Amoxtli-Jap monitorea continuamente los movimientos del usuario para detectar una caída. Esto permite una alerta automática a cuidadores o familiares, asegurando una asistencia rápida y eficiente. Mejorando la calidad de vida, y manteniendo una independencia mientras se reduce la carga emocional y económica.

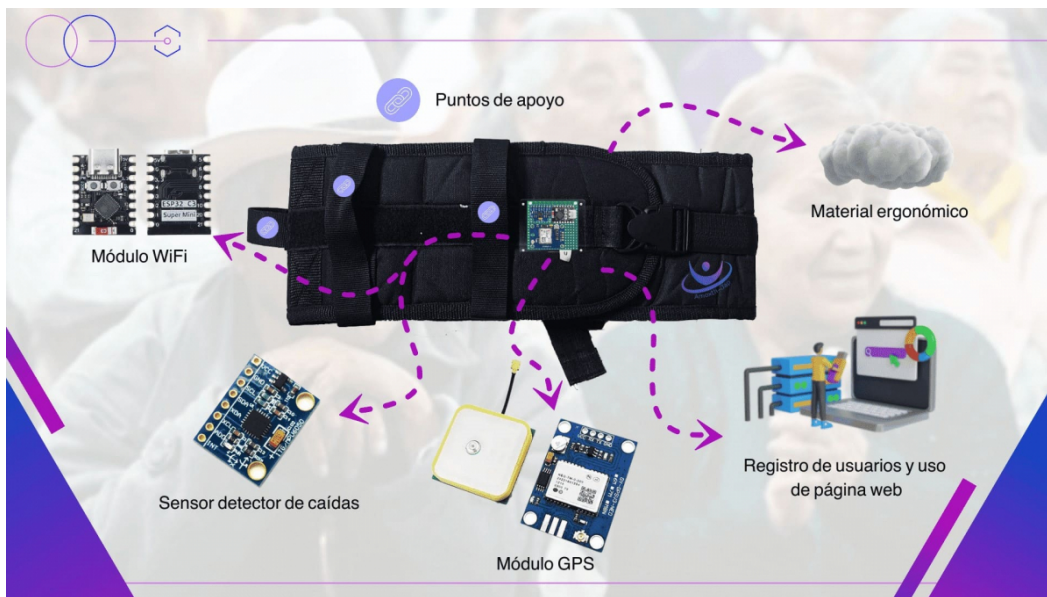
Amoxtli-Jap facilita la prevención de lesiones graves y hospitalizaciones prolongadas, el dispositivo contribuye a la sostenibilidad económica del sistema de salud, reduciendo los costos asociados con las caídas y optimizando el uso de recursos médicos. Además, al incorporar tecnologías disruptivas de la Industria 4.0, como el análisis de datos y la comunicación inalámbrica, mejorando la precisión y efectividad del monitoreo de caídas, representando un avance significativo en el cuidado de la salud.

Amoxtli-Jap se alinea con las megatendencias globales hacia el envejecimiento de la población, la creciente demanda de soluciones tecnológicas en salud y el impulso hacia la atención personalizada y preventiva. La propuesta no solo aborda una problemática crítica en salud pública, sino que también introduce una solución innovadora que puede transformar positivamente la atención y calidad de vida de los adultos mayores a nivel local, regional y más allá.

Detección de caídas: (Todo el mundo)



Grafica 1 Interés de la detección de caídas a lo largo del tiempo, de enero de 2004 a enero de 2024. Los datos fueron tomados de Google Trends con el tema de búsqueda “detección de caídas”. Los valores se normalizan con el interés máximo, de modo que el interés más alto tiene un valor de 100.



ER. SS. Estado del arte y/o de la técnica

Existen diversos estudios de revisión que abordan el desarrollo de la detección de caídas desde múltiples perspectivas. Debido al rápido avance de los sensores inteligentes y los enfoques analíticos relacionados, es fundamental actualizar periódicamente las tendencias y avances en este campo. Elegimos los artículos de revisión más relevantes, publicados entre 2019 y 2023 en Google Scholar y Scielo, que ofrecen soluciones a la problemática en común.

En el mercado actual, existen diversos dispositivos de alerta médica y sistemas de detección de caídas portables e

inteligentes. Con el objetivo de mejorar la seguridad de los usuarios mediante la detección y alerta temprana de caídas, mismas que pueden representar un alto riesgo y a su vez generar preocupación en familiares y cuidadores al desconocer si se encuentran seguros o han sufrido algún accidente mientras realizan sus actividades diarias.

En la Revista Chilena de Ingeniería se publicó un sistema con tecnología Kinect 2.0 que monitorea pacientes y envía alertas al correo del cuidador en caso de caídas. Utiliza iPi Mocap Studio y LabVIEW para analizar biomecánicamente las caídas y detectar cambios en la posición y velocidad del paciente. (Quinayás et al, 2020)

Por otro lado, se desarrolló un sistema inteligente de alerta ante caídas de adultos mayores. El sistema reconoce y alerta sobre caídas a través de un brazalete que porta el usuario, dicha detección se da mediante la recolección de datos en tiempo real y la combinación de redes neuronales LSTM. (Guerrero, 2023)

En el desarrollo de tesis de titulación se planteó un sistema de asistencia centrado en un botón de ayuda portable aplicando un SOC GSM+GPS el cual es similar a la propuesta planteada por la empresa encarda de desarrollar SkyAngel 4G. (Romero & Moises, 2019)

Como se mencionó en el punto anterior, una opción en el mercado para la detección de caídas de adultos mayores que cuenta con un sistema de alerta médica es el dispositivo “Colgante de alerta SOS - SkyAngel 4G” con un precio estimado de US \$179.79 en plataformas oficiales de ventas en línea como lo es Amazon.

CUADRO COMPARATIVO		
Estado de la técnica		
Alternativas	Características	Aporte
<div>Sistema con tecnología Kinect 2.0</div> 	<ul style="list-style-type: none">Utiliza tecnología de monitorización del entorno.Se coloca a una altura específica para la detección de objetos y personas.El Kinect se calibra usando la herramienta "calibrar cámara óptica" del software iPi Recorder.Utiliza LabVIEW y la interfaz para Microsoft Kinect One de Labview MakerHub que ofrece una API.	<ul style="list-style-type: none">Utiliza iPi Mocap Studio y LabVIEW para analizar biomecánicamente las caídas y detectar cambios en la posición y velocidad del paciente.El sistema además permite hacer el seguimiento de la persona detectada
<div>Colgante de alerta SOS - SkyAngel 4G</div> 	<ul style="list-style-type: none">Solo 1 botón para presionar para hablar con 911.Botón SOS para presionar y pedir ayuda.Se concidera un celular por su composición.Rastreo GPS que permite ayuda de emergencia para conocer su ubicación GPS aproximada.Costo elevado.	<ul style="list-style-type: none">Red 4G - Sin cuotas mensuales.No se necesita contrato celular.Es mucho más pequeño que cualquier teléfono celular (puedes ponerlo en tu llavero).
<div>Brazalete Inteligente de Alerta ante Caídas de Adultos Mayores</div> 	<ul style="list-style-type: none">Emplea una combinación de redes neuronales LSTM.El sistema reconoce y alerta sobre caídas a través de un brazalete que lleva el usuario.Consta de un HUB (Raspberry Pi 4) para el procesamiento de datos y un sensor no invasivo.	La combinación de redes neuronales LSTM y convolucionales, entrenadas con 3.5 millones de muestras de acelerómetro segmentadas en ventanas de datos, se utiliza para detectar caídas (etiquetadas como 1) y no caídas (etiquetadas como 0).
<div>Amoxtli-Jap</div> 	<ul style="list-style-type: none">Utiliza tecnología con sensores portátiles.Emite la notificación tras la detección de una caída a los dispositivos registrados por el usuario a cargo.Es un dispositivo vestible que ademas sirve para facilitar el traslado de los usuarios.Implementación de página para el registro de incidentes.	<ul style="list-style-type: none">La implementación en el cinturón brinda comodidad y seguridad para los usuarios.Alerta en tiempo real mediante el analisis de postura y velocidad de movimiento del usuario.Se busca que no dependa directamente de una red wifi.

ER. SS. Impacto de la Innovación y propuesta de valor en el sector estratégico

Amoxtli-Jap es un dispositivo innovador que combina tecnología avanzada y diseño ergonómico para mejorar la seguridad y asistencia de los adultos mayores y personas con movilidad reducida. Utiliza el ESP32 para conectividad WiFi, un módulo GPS, y sensores para detectar caídas. Su diseño incluye soportes que facilitan la maniobrabilidad, ayudando tanto a la persona que ha sufrido la caída como a quien le asiste, optimizando así la respuesta en

emergencias.

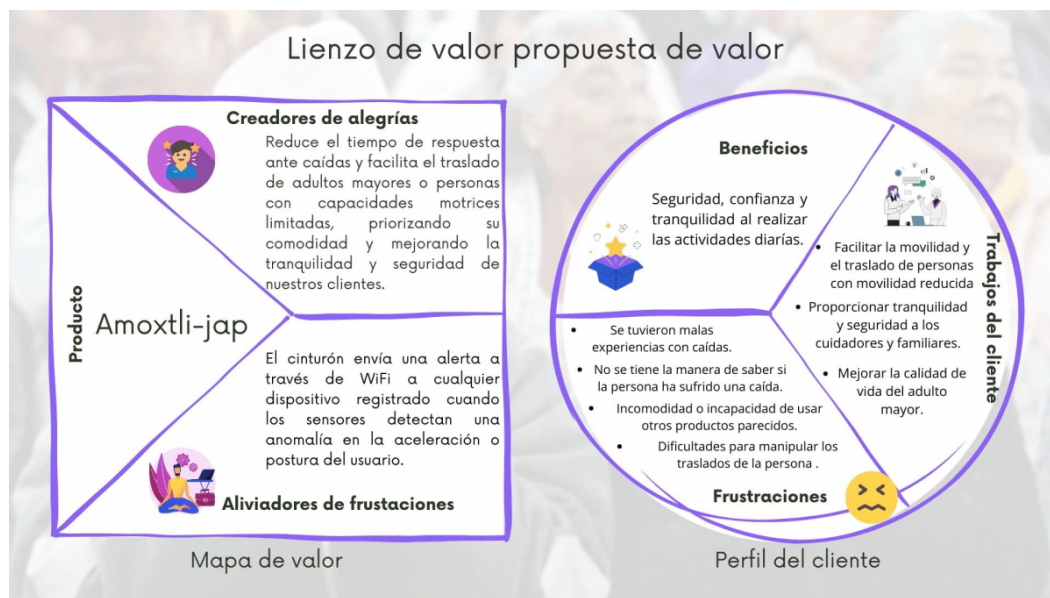
Este dispositivo monitorea los movimientos del usuario por medio de una página web y que, a su vez, está enlazada a una app móvil, identificando patrones que indican caídas y enviando alertas y ubicación automáticas a familiares o cuidadores para asegurar una intervención rápida. Su diseño ergonómico facilita la asistencia, mientras que la recopilación de datos permite un mejor análisis de riesgos y medidas preventivas. Esto aumenta la independencia y seguridad de los usuarios, aliviando la carga emocional sobre sus familias.

El dispositivo se destaca por su diseño práctico y la integración de tecnología accesible, en contraste con dispositivos más complejos. Su enfoque preventivo y la capacidad de recopilar datos de caídas lo diferencian de otros productos en el mercado. Además, mejora la maniobrabilidad y asistencia durante traslados, una característica única en comparación con otros dispositivos existentes.

Amoxtli-Jap reduce el tiempo de respuesta en emergencias y mejora las tasas de recuperación. Su capacidad de recopilar y analizar datos estadísticos sobre caídas permite implementar medidas preventivas, mejorando así la gestión de la salud y el bienestar de los usuarios.

Amoxtli-Jap tiene el potencial de establecer nuevos estándares en el cuidado de los adultos mayores mediante la incorporación de tecnologías emergentes y un diseño centrado en la facilidad de uso y la eficacia. Esta innovación no solo reduce los costos asociados con las caídas, sino que también promueve la inclusión y mejora la calidad de vida de este grupo vulnerable, facilitando el acceso a tecnologías de asistencia para adultos mayores de diferentes capacidades físicas y tecnológicas.

TABLA COMPARATIVA					
Términos cuantitativos					
Característica	Amoxtli-jap	Solución visión Kinect 2.0 (Quinayás et al, 2020)	Brazalete con LSTM (Guerrero, 2023)	Botón de Ayuda Portátil (Romero & Moises, 2019)	Colgante de Alerta SOS (SkyAngel 4G)
Precisión promedio	Aunque aún no se han realizado pruebas con una cantidad considerable de usuarios, se espera entre un 90 y 96%	95.8%	92%	N.E.	90%
Especificidad promedio	N.E.	94.4%	N.E.	N.E.	N.E.
Sensibilidad	97% Por la tecnología aplicada.	100%	95%	N.E.	N.E.
Número de personas monitoreadas	1 persona	Hasta 6 personas Simultaneamente	1 persona	1 persona	1 persona
Sistema de alarma	Envío de alarmas a traves de página web y via whatsapp.	Envío de alarmas por correo electrónico.	Envío de alarmas mediante el brazalete	Envío de alarmas mediante GSM+GPS	Envío de alarmas mediante GSM+GPS
Costo	Estimado US \$120	N.E.	N.E.	N.E.	US \$179.79
Tipo de lógica para clasificación	Algoritmo de detección basado en aceleración y GPS.	Inferencia difusa Takagi-Sugeno.	Redes neuronales LSTM.	N.E.	N.E.



ER. SS. Factibilidad tecnológica y normatividad aplicable

Acceso a la Tecnología Clave

Para la producción y desarrollo de Amoxltli-Jap, se requiere acceso a diversas tecnologías y equipos clave, en primera instancia, componentes electrónicos para conectividad Wifi, GPS para geolocalización, y sensor acelerómetro y giroscopio para la detección de caídas. Por otra parte, herramientas para el desarrollo del software, tales como (Arduino IDE, Visual Studio Code, Ionic framework, Android studio y Google firebase). Este último, sirviendo como sistema para almacenar y gestionar los datos recopilados, asegurando su disponibilidad para el análisis y medidas preventivas.

Uso de Tecnologías Disruptivas 4.0

Amoxltli-Jap emplea varias tecnologías disruptivas 4.0 a lo largo de su desarrollo y comercialización, ya que el IoT permite la interconexión de dispositivos y recopilación de datos en tiempo real, la Big Data analiza datos para identificar patrones de caídas y riesgos asociados, y finalmente la comunicación inalámbrica permite la utilización de Wifi para asegurar la conectividad constante y la transmisión de datos en tiempo real.

Nivel de Madurez de la Tecnología (TRL)

De acuerdo con la matriz del Nivel de Madurez de la Tecnología (TRL), Amoxltli-Jap se encuentra en el TRL 4, ya que el dispositivo ha sido probado en entornos simulados y adentrándose a entornos reales, y ha mostrado resultados positivos en cuanto a la detección de caídas y la transmisión de alertas.

Normatividad de la Legislación Nacional e Internacional

En Amoxltli-Jap nos aseguraremos de que cada dispositivo fabricado cumpla con la NOM-241-SSA1-2012, reflejando nuestro compromiso con los más altos estándares de calidad y seguridad exigidos por la Secretaría de Salud y COFEPRIS. Esta dedicación a la calidad, se extiende al cumplimiento de las normativas de seguridad para dispositivos electrónicos dictadas por la Secretaría de Energía y la Secretaría de Economía. Nuestros procesos estarán en línea con las NOM-001-SCFI-2018 y NOM-024-SCFI-2013, así como con las directrices de manejo de residuos electrónicos de la SEMARNAT, incluyendo las NOM-161-SEMARNAT-2011 y NOM-052-SEMARNAT-2005. A nivel internacional, adoptaremos las normas ISO 9001 para nuestros sistemas de gestión, y para dispositivos IoT que procesan datos sensibles, nos adheriremos a la ISO/IEC 27001. Asegurando así que Amoxltli-Jap sea sinónimo de innovación responsable y segura.

NIVEL DE MADUREZ

De acuerdo a la matriz del Nivel de Madurez de la Tecnología (TRL)

Nivel de madurez de la tecnología	Amoxtli-jap
TRL 1	Se ha cumplido con la investigación y los principios básicos reportados por medio de artículos científicos, tesis, estudios y estadísticas, además se ha sumergido dentro de la investigación en laboratorio en base a los conceptos tecnológicos.
TRL 2	Ha existido un desarrollo tecnológico a nivel laboratorio por parte de Amoxtli-Jap, en la elaboración de primeros prototipos, validándolos con su correcto funcionamiento dentro de una etapa temprana.
TRL 3	Se ha desarrollado un segundo prototipo mediante tecnología validada en laboratorio, pero esta vez con condiciones de un entorno relevante, simulando entornos y situaciones reales garantizando un correcto funcionamiento del dispositivo.
TRL 4	Se cuenta con la experimentación de un tercer prototipo en un entorno totalmente real con un posible usuario, garantizando así el correcto funcionamiento y la aprobación por parte del mismo.

ER. SS. Propiedad Intelectual

Amoxtli-jap, considerando las figuras jurídicas que protegen el IMPI, el modelo de utilidad sería aplicable, dado que combina tecnologías existentes de forma novedosa y única, lo que nos permite proteger nuestra innovación. Además, es relevante en términos de derechos de autor, ya que buscamos proteger la base de datos obtenidos del sistema, así como el software asociado.

Para proteger esta innovación, debemos obtener una cuenta "pase" en el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial y proceder a realizar el pago y envío de documentos necesarias para obtener el modelo de utilidad.

Por la presentación de una solicitud de registro de un modelo de utilidad y sus anexos de hasta 30 hojas, así como por los servicios a que se refiere el artículo 38 de la ley \$2,000.00 mxn + IVA, Por el concepto de cada hoja \$61.00 mxn + IVA (se puede acceder a un 50% de descuento en ciertos casos)

Es posible proteger nuestro software y nuestra base de datos a través del modelo de obra literaria ofrecido por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. El registro tiene un costo de \$338.00 MXN.

ER. SS. Fuentes consultadas

CENAPRACE. (2017). CAIDAS. Obtenido de Secretaría de Salud:
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/482206/CAIDAS.pdf>

DE JESUS, R. & MOISES, A. (2019). SISTEMA DE ASISTENCIA CENTRADO EN UN BOTÓN DE AYUDA PORTABLE APLICANDO UN SOC GSM+ GPS.

Amazon. (s.f.). Colgante de alerta SOS - SkyAngel 4G [Detector de caídas en adultos mayores]. Amazon.
<https://www.amazon.com/-/es/Assistive-Technology-Services-SkyAngel911FD-impermeable/dp/B075NT1ZGW>

Guerrero, L. D. (2023) Sistema Inteligente de Alerta ante Caídas de Adultos Mayores

Quinayás, C. A., Quintero, D. F., Ruíz, E., & Narváez, J. L. (2020). Sistema de detección de caídas en personas utilizando vídeo vigilancia [Fall detection system for people using video surveillance]. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(4), 684-693. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052020000400684>