

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería de Sistemas



APLICACIÓN MÓVIL DE ALERTAS DE ACCIDENTES CASEROS EN ADULTOS MAYORES BASADO EN MODELOS DE DEEP LEARNING

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Sistemas

**Mendez Avila Pelmef Roemer
20150865**

Asesor

Hernan Nina Hanco

Lima – Perú
Abril de 2024





**MOBILE APPLICATION FOR HOME
ACCIDENT ALERTS IN OLDER ADULTS
BASED ON DEEP LEARNING MODELS**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Diagnóstico	1
1.1.1. Diagnóstico de necesidades	1
1.1.2 Definición e impacto del problema.....	3
1.1.3 Antecedentes de soluciones previas.....	4
1.2 Análisis de la necesidad, el cliente y el mercado potencial	6
1.2.1 Análisis del mercado potencial.....	6
1.2.2 Segmentación del mercado.....	7
1.3. Propuesta solución y su modelo de negocio.....	10
1.3.1 Justificación.....	10
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	12
2.1 Deep Learning.....	12
2.1.1 Redes Neuronales Convolucionales.....	12
2.1.2 Visión Computacional	13
2.1.3 Reconocimiento de acciones.....	14
2.1.4 Estimación de posición	15
2.2 Sistema de notificaciones.....	16
2.2.1 Sistemas de alertas para móviles	17
2.3 Riesgos frecuentes en adultos mayores	18
2.3.1 Caídas en adultos mayores.....	18
2.3.1 Accidente cerebrovascular en adultos mayores	19
2.3.2 Fracturas en adultos mayores.....	19
CAPÍTULO III: DEFINICIÓN DEL PROYECTO	21
3.1 Definición del proyecto	21
3.2 Objetivos del proyecto	22
3.3 Alcance del proyecto	22
3.4 Roles y responsabilidades del equipo del proyecto	22
3.5 Cronograma y riesgos iniciales del proyecto	24
3.6 Indicadores de gestión proyecto	25
3.7 Requerimientos del sistema:	26

3.7.1 Requerimientos funcionales:.....	26
3.7.2 Requerimientos no funcionales:.....	27
3.8 Recursos económicos.....	28
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PRODUCTO MÍNIMO VIABLE	34
4.1 Alcance del producto mínimo viable	34
4.2 Supuestos clave y técnicas de validación a nivel de clientes y de usuarios.....	34
4.2.1 Empatizar:.....	34
4.2.2 Definir:.....	35
4.2.2 Idear:	36
4.2.2 Prototipar:	37
4.3 Diseño del producto mínimo viable.....	37
4.3.1 Definición de la necesidad de usuario:	37
4.3.2 Impacto social y ambiental:	38
4.3.3 Tecnología a usar:.....	38
4.4 Implementación y análisis de resultados del producto mínimo viable	39
4.4.1 YOLOv7:	39
4.4.2 Diagrama de arquitectura del software:	44
4.4.1 Configuración:	46
4.4.2 Validación del producto:.....	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
LISTADO DE ACRÓNIMOS.....	56
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1 Resumen de población con acceso a internet</i>	8
<i>Tabla 1.2 Esquema del mercado</i>	9
<i>Tabla 3.1 Responsabilidades y roles definidos para el equipo</i>	23
<i>Tabla 3.2 Comparativa de precios</i>	28
<i>Tabla 3.3 Estimación de costo unitario de instalación</i>	29
<i>Tabla 3.4 Estimación de flujo de caja</i>	30
<i>Tabla 3.5 Representación del valor actual por mes</i>	33
<i>Tabla 4.1 Moscow Method de priorización</i>	36
<i>Tabla 4.2 System Usability Scale</i>	53



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Población de adultos mayores a 70 años</i>	2
<i>Figura 1.2 Población global agrupado por años 2000-2040</i>	6
<i>Figura 1.3 Modelo Lean Canvas</i>	11
<i>Figura 2.1 Representación general de un modelo de red neuronal convolucional</i>	12
<i>Figura 2.2 Esquema general de procesamiento de imágenes</i>	14
<i>Figura 2.3 Estimación de la posición con OpenCV</i>	16
<i>Figura 2.4 Prevención de caídas en adultos mayores</i>	18
<i>Figura 2.5 Tipo de fractura de cadera</i>	20
<i>Figura 3.1 Cronograma general de desarrollo</i>	24
<i>Figura 3.2 Cálculo del precio final</i>	28
<i>Figura 4.1 Mapa de empatía</i>	35
<i>Figura 4.2 Arquitectura de la red YOLO representada en PP-YOLO</i>	39
<i>Figura 4.3 YOLOv7-mask & YOLOv7-pose</i>	40
<i>Figura 4.4 Esquema de la arquitectura de la red neuronal</i>	41
<i>Figura 4.5 Postura estimada YOLOv7</i>	42
<i>Figura 4.6 Estimación de la caída de una persona</i>	43
<i>Figura 4.7 Detección de la caída</i>	43
<i>Figura 4.8 Diagrama de conexión Raspberry pi 4</i>	44
<i>Figura 4.9 Diagrama de red, sistema de notificación</i>	45
<i>Figura 4.10 Jerarquía de datos Firebase</i>	46
<i>Figura 4.11 Módulo de autenticación Firebase</i>	46
<i>Figura 4.12 Índice de la aplicación móvil "Risk detection"</i>	47
<i>Figura 4.13 Índice del modelo de detección de caídas y librerías importadas</i>	47
<i>Figura 4.14 Aplicación Móvil "Risk Detection"</i>	48
<i>Figura 4.15 Login de la aplicación</i>	49
<i>Figura 4.16 Lista de frames de alerta</i>	50
<i>Figura 4.17 Ejemplo de frame de alerta de accidente</i>	51
<i>Figura 4.18 Ejemplo de notificación de accidente</i>	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Modelo de entrevista empática	63
Anexo 2: Entrevistas realizadas	64
Anexo 3: Prototipo final de la aplicación móvil	65
Anexo 4: Método de login en la aplicación	66
Anexo 5: Método de recepción de notificaciones.....	67
Anexo 6: Método de visualización de imágenes	68
Anexo 7: Método de reconocimiento de la caída	69
Anexo 8: Método de push de notificaciones.....	70
Anexo 9: Modelo de cuestionario SUS.....	71



RESUMEN

En los últimos años la tecnología ligada a la salud ha experimentado una evolución muy notable en las distintas ramas de estudio, esto permitió que las personas estén más integradas a esta en su día a día.

Además, se percibe el crecimiento demográfico de adultos mayores y tiene la tendencia a seguir creciendo, de la población de adultos mayores en el Perú, cierto porcentaje, alrededor del 38,4% según estudios previos, vive solo, por lo que la probabilidad de cualquier evento de riesgo, accidente u otro es mucho más factible y afectaría el estilo de vida, salud y bienestar. Por otra parte, muchos de los adultos mayores sufren de vulnerabilidad, es decir, tienen algún tipo de enfermedad que necesite control y cuidado frecuente, tales como enfermedades al corazón, respiratorias, entre otros o sufrieron de algún tipo de accidente que necesite asistencia.

Ante la situación actual de adultos mayores que viven solos, nace como problemática el control del bienestar y la salud de este grupo y/o se encuentren en situación vulnerable ante alguna enfermedad o accidente.

El presente trabajo propone la solución ante la problemática mencionada, donde los familiares o personas que se encuentran pendientes de los adultos mayores puedan monitorear su bienestar sin tener que afectar la privacidad o estar vigilando en todo momento. Se busca la correcta clasificación e interpretación de caídas, desmayos y accidentes similares que pueda sufrir la persona, mediante una red convolucional (Red neuronal encargada de la detección de acciones y objetos en imágenes y/o videos) YOLOv7, en este caso se utiliza la detección de posición de las personas para poder obtener las coordenadas correspondientes para el cálculo de altura y ancho del sujeto reconocido y se pueda calcular el momento en el que el sujeto se encuentre en una posición reconocida como caída, posteriormente se realice la notificación a las personas interesadas que se encuentren a cargo del adulto. El presente sistema busca la poca intervención humana en el monitoreo del bienestar y un corto tiempo de respuesta al momento de detectar y notificar la situación identificada.

Palabras clave:

Sistema de notificación, reconocimiento de acciones, redes neuronales, bienestar y cuidado

ABSTRACT

In recent years, technology related to health has undergone a remarkable evolution in various fields of study, allowing people to become more integrated into it in their daily lives.

In addition, the demographic growth of older adults is perceived and has the tendency to continue to grow, of the older adult population in Peru, a certain percentage, about 38.4% according to previous studies, lives alone, so the probability of any risk event, accident or other is much more likely and would affect the lifestyle, health and well-being. On the other hand, many of the older adults suffer from vulnerability, i.e. they have some kind of disease that needs frequent monitoring and care, such as heart disease, respiratory diseases, among others, or they suffered from some kind of accident that needs assistance.

Given the current situation of older adults living alone, a challenge arises in monitoring the well-being and health of those who are alone and/or vulnerable to illness or accidents.

This work proposes a solution to the problem, where family members or people who are watching over the elderly can monitor their well-being without having to affect their privacy or be watching them at all times. It seeks the correct classification and interpretation of falls, fainting and similar accidents that the person may suffer, through a convolutional network (neural network responsible for the detection of actions and objects in images and / or videos) YOLOv7, in this case the detection of position of people is used to obtain the corresponding coordinates for the calculation of height and width of the subject recognized and can calculate the time at which the subject is in a position recognized as a fall, then the notification is made to the interested persons who are in charge of the adult. This system aims for little human intervention in the monitoring of well-being and a short response time at the moment of detecting and notifying the identified situation.

Keywords:

Notification system, action recognition, neural networks, wellbeing and care

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad el número de personas mayores de edad que viven independientes, sin apoyo en el hogar o cuidados, representa una alta cifra en la población peruana esto sumado al síndrome de fragilidad que afecta a muchos de los adultos mayores genera riesgo en la vida cotidiana de cada uno de ellos. Se presenta una solución que consiste en un sistema de reconocimiento de accidentes como caídas y desmayos, el cual envía alertas (notificaciones) a la aplicación móvil instalada en el celular de las personas designadas. Esto permite que, ante cualquier situación en la que el adulto mayor sufra algún accidente o una situación que ponga en peligro su bienestar e integridad física se notifica a los familiares correspondientes para que puedan tomar las medidas necesarias. Por lo que, para poder lograrlo proponemos utilizar el modelo *You Only Look Once* v7, el cual es un modelo de visión computacional que emplea la biblioteca *OpenCV*. Este modelo permite estimar la posición de una persona mediante la asignación de coordenadas y reconocer situaciones como caídas y desmayos. En adición, se desarrollará una aplicación móvil que se encargará de recibir y mostrar las notificaciones enviadas por el modelo. De acuerdo con el estudio de mercado realizado el objetivo del sistema es tener como punto de partida una muestra de 6,646 adultos mayores que usarán el sistema en la región de Lima Metropolitana, que además constan de los familiares asignados para la recepción de las notificaciones, y posteriormente aumentar el alcance a distintas ciudades del país.

1.1 Diagnóstico

1.1.1. Diagnóstico de necesidades

El Perú es un país diverso demográficamente, por lo que existen poblaciones de todas las edades. De acuerdo con el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática en el 2018.

En el Perú, la población total de adultos mayores a los 70 años es de 633,590 (Véase la Figura 1.1), los cuales viven solos y sin ninguna persona encargada de su cuidado. Estos representan el 38.4% del total de población de aquel grupo de edad. Además, acotamos que el 61.8% de ese total vive en un hogar bipersonal con una persona igualmente mayor de edad y un 38.2% vive completamente solo (Costa Aponte et al., 2018).

Figura 1.1*Población de adultos mayores a 70 años*

Grupo de edad	Total población de 70 años y más	Total adultos mayores que viven solos	Viven solos en hogar unipersonal 1/	Viven solos en hogar bipersonal 2/	Adultos mayores que viven solos (%) 3/
Nacional	1 651 169	633 590	242 167	391 423	38,4
70 - 74	624 512	240 170	88 973	151 197	38,5
75 - 79	453 554	182 285	70 382	111 903	40,2
80 - 84	311 125	121 022	48 006	73 016	38,9
85 - 89	173 467	62 668	24 788	37 880	36,1
90 y más	88 511	27 445	10 018	17 427	31,0
Urbana	1 246 519	360 897	123 033	237 864	29,0
70 - 74	473 732	140 104	49 047	91 057	29,6
75 - 79	336 698	101 540	35 399	66 141	30,2
80 - 84	233 179	67 219	22 802	44 417	28,8
85 - 89	132 952	35 742	11 430	24 312	26,9
90 y más	69 958	16 292	4 355	11 937	23,3
Rural	404 650	272 693	119 134	153 559	67,4
70 - 74	150 780	100 066	39 926	60 140	66,4
75 - 79	116 856	80 745	34 983	45 762	69,1
80 - 84	77 946	53 803	25 204	28 599	69,0
85 - 89	40 515	26 926	13 358	13 568	66,5
90 y más	18 553	11 153	5 663	5 490	60,1

Nota. Adaptado de *Adultos mayores de 70 y más años de edad que viven solos*

[Fotografía], por Costa Aponte et al., 2018.

Por lo que se puede afirmar que la población de adultos mayores en el Perú tiene una muestra significativa que viven independientemente y/o sin asistencia en el hogar. De los cuales muchos de los adultos sufren de “fragilidad o síndrome biológico de vulnerabilidad, la cual es una afección clínica que afecta a múltiples sistemas del cuerpo provocando una ruptura en la homeostasis y genera vulnerabilidad frente a efectos adversos a la salud. Se caracteriza por debilidad muscular, pérdida de peso no intencional, escasa actividad física, lentitud y baja energía” (Costa Gameiro, 2015).

Según el Instituto Nacional de Salud, un adulto en condición de fragilidad presenta en promedio 2,1 enfermedades que afectan su salud, frente a un adulto en condición de no frágil que solo presenta un promedio de 1,4 enfermedades que pueden afectar su condición, además se estima que la presencia de fragilidad en adultos mayores duplica la mortalidad en adultos que presenten problemas cardiovasculares (Instituto Nacional De Salud, 2018). Esto indica que los adultos mayores son más propensos de sufrir algún accidente y/o situación de riesgo sin que alguna persona pueda ayudarlos.

1.1.2 Definición e impacto del problema

La fragilidad en adultos mayores se ha convertido en una epidemia que afecta a muchos adultos a nivel mundial (Instituto Nacional De Salud, 2018). Esto en adición a la situación actual de los adultos mayores en el Perú, la cual describe que en el primer trimestre del 2020 un 48% de adultos mayores padecieron de algún síntoma o malestar y el 34,8% tuvo algún tipo de accidente o enfermedad (Instituto Nacional De Estadística e Informática, 2020), ocasiona que el riesgo de sufrir accidentes o situaciones que comprometan el bienestar y la salud se incrementen.

Existen diversas enfermedades que vulneran la salud de los adultos mayores, entre las cuales las principales son:

- **Enfermedades crónicas:** Muchos adultos mayores son aquejados por enfermedades crónicas, las cuales se describen como enfermedades que afectan la salud y atentan contra el bienestar de estas personas, entre las más comunes encontramos la diabetes e hipertensión arterial. Según el reporte de Situación de salud en la población adulta mayor, se describe que un 12,9% de los adultos mayores padecen de diabetes y un 55%, hipertensión arterial, de los cuales gran porcentaje de la población no recibe o cumple un tratamiento prescrito. Enfermedades como las mencionadas anteriormente comparten factores de riesgo no transmisibles como el consumo excesivo de alcohol que se relaciona altamente con diversas formas de cáncer, enfermedades cardiovasculares y nerviosas; también se menciona el consumo de tabaco que representa la segunda causa de morbilidad en el mundo según la Organización Mundial de la Salud (OMS); por otra parte el sobrepeso u obesidad se relaciona altamente a cardiopatías, diabetes y accidentes cerebrovasculares, este riesgo es proporcional al incremento del Índice de masa corporal (IMC) (Sánchez Aguilar et al., 2016).
- **Enfermedad de *Alzheimer*:** El *Alzheimer* es la enfermedad responsable de entre 60 y 80% de casos de demencia. Pese a ser presente muy común en adultos mayores, no representa una característica común del envejecimiento. Esta enfermedad es de tipo degenerativa que va empeorando con el tiempo y genera problemas en el pensamiento, comportamiento y la memoria de las personas, estas situaciones pueden agravarse a tal punto de interferir con el estilo de vida y tareas cotidianas (Alzheimer's Association, 2024).

- Enfermedades respiratorias: Entre las más comunes asma y neumonía afectan a los adultos mayores con más frecuencia y llegan a afectar gravemente la calidad de vida, además de aumentar el riesgo de mortalidad en los adultos mayores (Oyarzo Saldivia et al., 2020).
- Enfermedades infecciosas: Estas enfermedades causadas por diversos organismos, tales como bacterias, virus, parásitos entre otros. Que causan enfermedades como tuberculosis, Covid19, etc. Son preocupación entre los adultos mayores, debido a que pueden tener consecuencias graves en la salud y calidad de vida (Caro-Cortes & Parrado-Pinto, 2022).

De sufrir estas enfermedades las personas se ven muy afectadas en su estilo de vida, por lo que muchas veces no pueden realizar tareas con normalidad y necesitan de ayuda y apoyo tanto en las tareas como en el cuidado y monitoreo de su bienestar.

1.1.3 Antecedentes de soluciones previas

En el mercado actual existen muy pocas soluciones para la poder detectar situaciones de riesgo y que puedan afectar la integridad de los ancianos en el Perú, por lo que también existen soluciones y/o métodos de control de salud de las personas mayores son no relacionadas a la tecnología, aquí presentamos las soluciones más aproximadas a la resolución del problema que buscamos:

Vigilancia recurrente: Se realizaron entrevistas en las cuales se conversaron sobre distintas maneras en las que los participantes controlan el bienestar de los familiares o personas mayores de edad en su hogar y se mencionó que la solución más efectiva es designar horarios de los distintos integrantes del hogar para que puedan ir realizando vigilancia del adulto mayor frente a cualquier inconveniente que este pueda presentar.

Verisure: Sistema de alarmas inteligentes en el mercado peruano, que empezó a incursionar en la seguridad y bienestar de personas vulnerables dentro del hogar, se caracteriza por tener un monitoreo constante por agentes para evitar falsas alarmas.

Este sistema trabaja con cámaras de vigilancia con distintos sensores de movimiento los cuales detectan en tiempo real las actividades dentro del hogar y mediante

estos sensores y aplicaciones de alarma controlan situaciones de intrusión dentro del hogar.

Además, presentan sistemas de control de pánico, tales como tableros de control y pulsadores SOS, en los que mediante un botón pueden mandar alertas o realizar el llamado a una ambulancia (Verisure, n.d.). Pese a existir una única solución en el mercado peruano, ya se pueden encontrar soluciones académicas al problema actual.

Modelo informático integrado: Presenta un sistema constituido de diversas capas, para poder integrar las distintas funcionalidades de las siguientes tecnologías: Internet de las cosas (IoT), Inteligencia ambiental (AmI) y data analytics (DA).

Este modelo es aplicado al control y asistencia de personas de la tercera edad que sean independientes y no vivan con alguna persona que se encuentre en la capacidad de realizar el rol de cuidador. Por otra parte, plantea cuatro partes que se encargan de las siguientes tareas: automatizar la vivienda, supervisión del usuario, toma de decisiones, supervisión de eventos, identificación de hábitos y acceso a los servicios de DA, AmI e IoT (Sánchez et al., 2019).

El modelo presentado en el párrafo anterior presenta una alternativa de cuidado completo para los adultos mayores, debido a que identifica y modela el estilo de vida del adulto mayor, para poder realizar predicciones y/o identificar situaciones en las que la persona necesita ayuda o apoyo de una tercera persona.

Red de sensores para el cuidado de adultos mayores: Se presenta una red de sensores inalámbricos que se encargan de convertir el hogar de un anciano en un lugar más seguro que mantiene el monitoreo continuo del bienestar del adulto mayor.

Los sensores corporales de signos vitales, actividad diaria de la persona, detección de movimiento y caídas. Brindan datos sobre el ritmo cardíaco, temperatura corporal, presión y respiración. Esta información se agrupa en dos estados llamados, estado activo, cuando la persona se encuentra de pie o realizando alguna actividad, y estado pasivo, cuando la persona se encuentra en reposo o descansando. También es importante la información obtenida de los sensores ambientales, los cuales captan datos de ruido, temperatura ambiental, niveles de luz, entre otros; esta información junto con la obtenida por los sensores corporales ayuda a personalizar las aplicaciones de ayuda para los

adultos mayores además de predecir ciertas situaciones que puedan afectar la salud de la persona (Kurnianingsih et al., 2014).

1.2 Análisis de la necesidad, el cliente y el mercado potencial

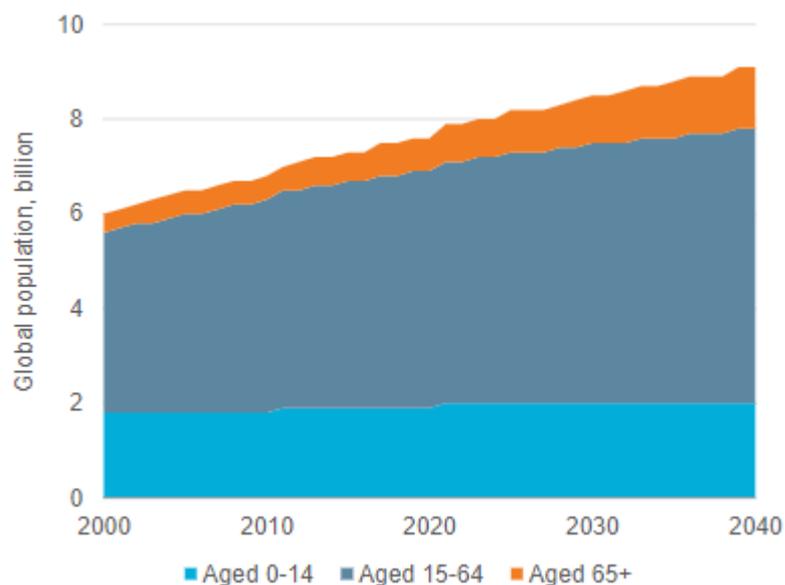
1.2.1 Análisis del mercado potencial

En el Perú se reportó durante el último censo que existen 633,590 adultos mayores de 70 años que viven solos. De los cuales 174,870 adultos mayores a 70 años viven en la región de Lima Metropolitana (Costa Aponte et al., 2018).

Además, esta población se ve afectada por un crecimiento muy grande para los próximos años (Véase la Figura 1.2). Según *Euromonitor International*, para el año 2040 el 14.3% de la población mundial tendrá 65 o más años (Euromonitor International, 2020).

Figura 1.2

Población global agrupado por años 2000-2040



Nota. Adaptado de *Ageing Matters: the future of older populations* [Fotografía], por Euromonitor International, 2020.

Dentro de la población de adultos mayores en el Perú se encuentran registros de datos alarmantes sobre padecimientos y necesidades que suelen afectar a estas personas. De acuerdo con recientes estudios en el ámbito de salud el 82,6% de la población adulta

mayor femenina presenta algún problema de salud crónico (artritis, hipertensión, asma, entre otros) y un 69,9% de la población masculina se ve afectado por dichos padecimientos (Mamani, 2018).

Además, se realizaron distintas entrevistas entre las personas que pertenecen al mercado objetivo de este sistema y comentaron que las principales necesidades de las personas mayores de edad que están bajo su cuidado son, cuidado permanente debido a distintas afecciones que perjudican su independencia e incluso movilidad, también comentan que la cantidad de recursos, ya sean personas o tiempo invertido es bastante al momento de realizar los cuidados correspondientes.

1.2.2 Segmentación del mercado

Para poder representar de una manera más concisa y clara, la segmentación del mercado se realizará de acuerdo con modelo que usa los acrónimos tamaño total del mercado accesible (TAM), mercado disponible útil (SAM) y mercado obtenible (SOM). Estos componentes ayudan a conocer mejor el panorama de inicio para un negocio (The power MBA, 2023), por lo que es necesario explicar en qué consiste cada métrica en referencia:

TAM: es el tamaño total del mercado accesible o disponible, esto quiere decir que son el máximo de posibles clientes que pueden consumir el producto o servicio.

SAM: es el mercado disponible útil, en el momento de realizar la venta del producto o servicio existen distintos limitantes que hacen que la venta no se concrete o que el posible cliente no pueda tener acceso, tales como cobertura de internet, ubicación geográfica, etc. Esto convierte al mercado disponible útil un objetivo más realista.

SOM: hace referencia al mercado obtenible, lo que significa que no es posible obtener la totalidad del mercado por esta razón es necesario definir un mercado objetivo para poder cumplir con metas a corto plazo.

PVU: Es el precio de venta unitario por contrato anual, esto quiere decir que se tomará en cuenta el valor del servicio por una suscripción de un año, de acuerdo con las entrevistas que se realizaron los posibles clientes están dispuestos a pagar una suscripción mensual de 180 soles, lo cual este valor asciende a 2160 soles anuales.

En el siguiente estudio se tomará como mercado total accesible a todos aquellos adultos mayores de 70 años que vivan solos, esto viene a ser 633 590 personas (Véase en Tabla 1.2). En la región Lima Metropolitana, tenemos una población de 174 870 adultos mayores de 70 años, de los cuales, según el reporte del INEI en el primer trimestre del

2022, 76 de cada 100 hogares en Lima metropolitana cuentan con acceso a internet. (Instituto Nacional De Estadística e Informática, 2022) Esto nos deja con un número de 132 901 adultos mayores con acceso a internet (Véase en la Tabla 1.1). Tomando esta relación al 5% de mercado como objetivo a corto plazo del servicio tenemos la cantidad de 6 646 adultos como clientes del servicio.

Tabla 1.1

Resumen de población con acceso a internet

Segmento de mercado	Población < 70 años	Población < 70 años con acceso a internet
SAM (100%)	174,870 ¹	132,902 ²
SOM (5%)	8,744	6,646

Nota. Esta tabla muestra la información demográfica de adultos mayores a 70 años en comparación con la cantidad de adultos que cuentan con internet en el hogar.

¹Información obtenida de *Adultos mayores de 70 y más años de edad que viven solos*, por Costa Aponte et al., 2018. ²Adaptado de *El 72,5% de la población de 6 a más años de edad del país accedió a internet en el primer trimestre de 2022*, por Instituto Nacional De Estadística e Informática, 2022.

Tabla 1.2*Esquema del mercado*

Métrica	Proporción	Soles
TAM (Pobl. tot)	(633,590) * (2,160)	1,368,554,400
SAM (100%)	(132,091 ¹) * (2160)	287,066,160
SOM (5%)	(6,646 ²) * (2160)	14,355,360

Nota. La tabla muestra información sobre la estimación de ventas anuales de cada segmento de mercado, tomando en cuenta el contrato anual equivalente a 2,160 por usuario y multiplicando por la cantidad de usuarios correspondiente a cada segmento.

El mercado objetivo de la siguiente propuesta son todos aquellos adultos mayores que necesiten de algún cuidado o vivan independientes a su familia, además de todos aquellos familiares y/o personas cercanas que quieran conocer el nivel de bienestar de su familiar teniendo en cuenta que sea una aplicación que pueda detectar las caídas e incidentes con un tiempo de respuesta bastante corto. Es por esto que se presenta la siguiente segmentación de mercado.

- a. Demográfica: Hombres y mujeres entre los 18 a más años de nivel socioeconómico A y B con ingresos medios.
- b. Geográfico: Territorio peruano
- c. Psicográfico: Personas dispuestas a invertir en la seguridad de un familiar y/o conocido que tenga más de 70 años, viva solo o necesite de cuidados especiales.
- d. Conductual: Personas que se preocupan por un familiar o conocido y no cuenten con el tiempo necesario de poder establecer un cuidado por mucho tiempo personalmente.

Dentro de los estándares y perfil del cliente, un cliente ideal para este proyecto sería aquel familiar preocupado por el bienestar de un adulto mayor que no pueda cuidarlo personalmente y que contrate el servicio de alertas y reconocimiento de accidentes para que pueda recibir las notificaciones de riesgo con un tiempo de respuesta muy corto.

Además, este usuario debe tener acceso a internet y conocimientos básicos del uso de aplicaciones móviles, por otra parte, el hogar donde se encontrará el dispositivo de

¹ Cantidad de usuarios con acceso a internet en el hogar

² Representación del 5% de la cantidad de usuarios con acceso a internet en el hogar.

reconocimiento debe contar con acceso a internet para que pueda ser capaz de enviar las notificaciones en tiempo real.

1.3. Propuesta solución y su modelo de negocio

1.3.1 Justificación

En el presente trabajo se tomó como referencia el modelo *Lean Canvas* para el desarrollo del plan de negocio, análisis de problemas, estrategias y riesgos. El presente modelo, permite reconocer los aspectos más relevantes para realizar la búsqueda de soluciones a los problemas recurrentes en el modelo de negocio actual (Zolnowski et al., 2014).

En el modelo *Lean Canvas* descrito (Véase en la Figura 1.3) el principal problema es el control del bienestar de adultos mayores que vivan independientemente o que tengan problemas de salud y no cuenten con una persona encargada del cuidado permanentemente. Además, se observa que el crecimiento en la población de adultos mayores será muy grande respecto a los años que vienen. Como consecuencia a esto se plantea un sistema de alertas único en el mercado debido a que no se encuentran soluciones concretas a esta necesidad de cuidado del bienestar del adulto mayor, por este motivo, un sistema de notificaciones en tiempo real genera gran valor dentro de la demanda.

Al ser un negocio que recién incursiona en el mercado es importante saber las distintas métricas que genera el producto, tales como tasa de conversión de clientes, la cual explica el porcentaje de posibles usuarios que llegan a firmar el contrato y pagan la suscripción, la tasa de satisfacción de los clientes, que indica cuan contentos o satisfechos se encuentran con el producto y por último el nivel de ventas y los costos de adquisición de clientes, que indica un aproximado de cuánto cuesta al negocio obtener un cliente nuevo.

Figura 1.3

Modelo Lean Canvas

<p>Problema:</p> <p>Accidentes en ancianos representa un alto número de ocurrencias, el 38,4% de la población de adultos mayores sufrió algún accidente.</p> <p>Se estima que al menos el 14.3% de la población mundial serán ancianos para el 2040, por lo que se necesitan métodos para su cuidado</p>	<p>Solución:</p> <p>Sistema de detección de accidentes que notificará en tiempo real a los asociados sobre una caída.</p> <p>Métricas:</p> <p>Costo de adquisición de clientes. Tasa de conversión de clientes. Ventas por mes. Porcentaje de satisfacción del cliente.</p>	<p>Propuesta de valor:</p> <p>Brindar un sistema de control de bienestar que pueda notificar en tiempo real el accidente que sufra la persona en cuestión.</p>	<p>Ventaja única:</p> <p>Ser los primeros en implementar un sistema de control de bienestar con respuestas y notificaciones en tiempo real de fácil acceso y al alcance de las personas</p> <p>Canales:</p> <p>Página web Instagram Comentarios de clientes</p>	<p>Segmento de clientes:</p> <p>Personas que quieran controlar el bienestar de su familiar o conocido mayor de 70 años, que pueda presentar problemas de salud o viva solo.</p>
<p>Costos:</p> <p>Hardware (Cámaras, dispositivo de control Raspberry) Base de datos en tiempo real Mantenimiento de los sistemas y aplicativo móvil Marketing</p>		<p>Ingresos:</p> <p>Suscripción mensual al servicio.</p>		

Nota. Adaptado del modelo de *Lean Canvas* descrito por Zolnowski et al., 2014 con enfoque al negocio “*Risk detection*”.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

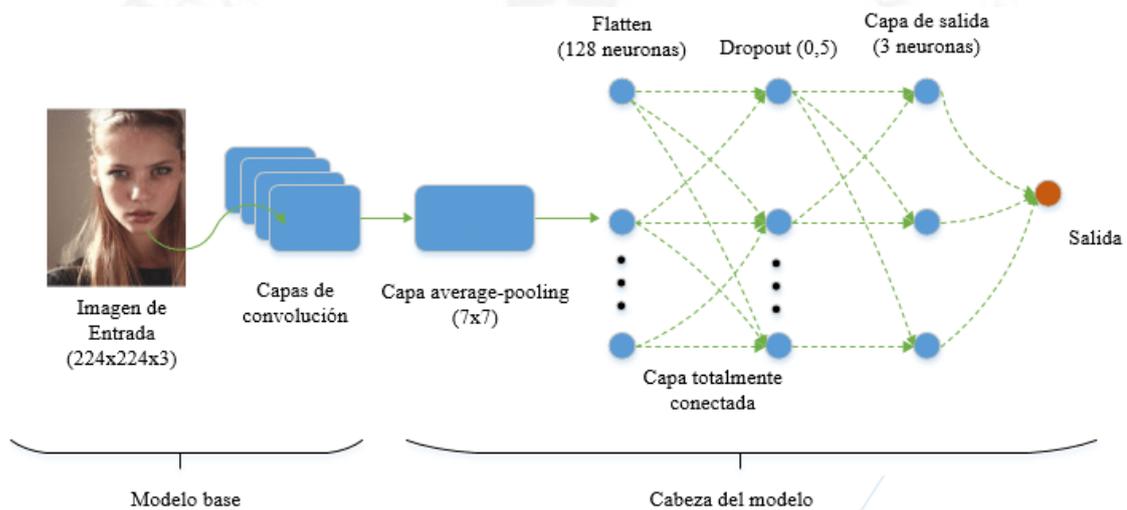
2.1 Deep Learning

2.1.1 Redes Neuronales Convolucionales

Las redes neuronales convolucionales son un tipo de red neuronal de aprendizaje profundo, se observan en distintos modelos de reconocimiento de imágenes y videos debido al alto rendimiento que estas poseen para este tipo de procesamiento. Están diseñadas para un aprendizaje automático de las distintas jerarquías de características de los datos de entrada utilizando múltiples capas de filtros o *kernel* (Humayun et al., 2022).

Figura 2.1

Representación general de un modelo de red neuronal convolucional



Nota. Adaptado de *Modelo para detectar el uso correcto de mascarillas en tiempo real utilizando redes neuronales convolucionales* [Fotografía], por Andrade et al., 2021.

Las redes convolucionales están formadas principalmente por 3 capas (Véase en la Figura 2.1):

- **Capa convolucional:** Viene a ser la capa principal de creación de una red neuronal convolucional, es aquella donde se realizan los cálculos y detección de características.

Los detectores de características son conocidos como filtros o *kernel*, son los que se mueven por los campos receptivos de la imagen y comprueban la presencia de distintas características. Este proceso se denomina convolución (IBM, 2023b).

- **Capa de agrupación:** La capa de agrupación permite reducir el número de parámetros de entrada de una manera similar a la capa convolucional, a diferencia que el filtro o *kernel* no tiene un peso, pero este asigna valores para poder llenar la matriz de salida (IBM, 2023b).
- **Capa totalmente conectada:** Es la capa que se conecta directamente a cada nodo de la capa anterior. Esta capa es la encargada de clasificar las imágenes con base en cada característica extraída en las capas anteriores y los diferentes filtros aplicados (IBM, 2023b).

En ciertos aspectos las redes convolucionales superan en nivel de procesamiento a otras redes neuronales debido a su alta capacidad de obtención de características y clasificación de estas, esto conlleva a la obtención más rápida de resultados mediante la última capa del modelo.

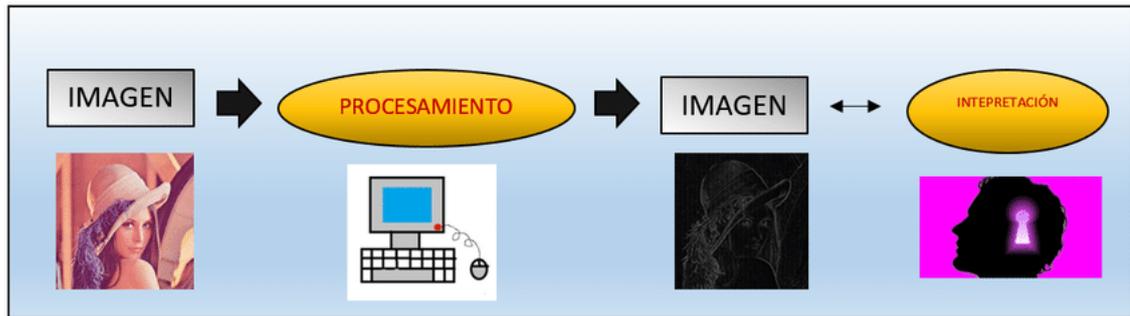
2.1.2 Visión Computacional

La visión computacional es una rama de la inteligencia artificial que se encarga de simular la visión de los seres humanos, reconociendo características y distintos patrones en las imágenes para poder reconocer distintas formas, objetos y recolectar información, esto se realiza mediante una serie de pasos para poder obtener una interpretación más certera (Véase la Figura 2.2).

La visión computacional es un modelo que requiere de muchos datos e información para poder realizar una correcta diferenciación entre distintas imágenes. El principal objetivo de la visión computacional es poder extraer las características de una imagen para su descripción e interpretación por la computadora (Enrique Sucar & Giovanni Gómez, n.d.).

Figura 2.2

Esquema general de procesamiento de imágenes



Nota. Adaptado de *Detección de cuchillos con cámaras de video vigilancia en interiores* [Fotografía], por Salgado & Barranco Gutiérrez, 2016.

De acuerdo con lo que se menciona anteriormente tanto la entrada como la salida del procesamiento son imágenes, el objetivo general es poder representar la misma imagen, ignorando características no relevantes y brindando mayor valor a características que son necesarias para el reconocimiento de la imagen.

Una CNN ayuda a un modelo de *machine learning* o *deep learning* a “ver” al dividir las imágenes en píxeles a los que se les asignan etiquetas y mediante estas realizar convoluciones y realizar una predicción sobre lo que se está viendo (IBM, 2023a).

La visión computacional asociada a modelos como el antes mencionado CNN genera resultados óptimos en distintas áreas ya sean médicas, control de calidad, etc. Por lo que el uso de esta tecnología viene incrementándose en distintas ramas y aplicaciones.

2.1.3 Reconocimiento de acciones

El reconocimiento de acciones es una rama de la visión computacional que se encarga de analizar, reconocer e interpretar acciones en una secuencia de video. El objetivo de esta tecnología es identificar y clasificar acciones humanas en video, como caminar, correr, apuntar, etc. Esta tecnología utiliza varias técnicas y modelos tales como Redes Neuronales Convolucionales (CNN), *Long Short-Term Memory* (LSTM), Campos Aleatorios Condicionados (CRF), para poder extraer características de secuencias de videos y clasificarlas dentro de las categorías correspondientes a cada acción (Ismael Orozco et al., 2020; Manera et al., 2013).

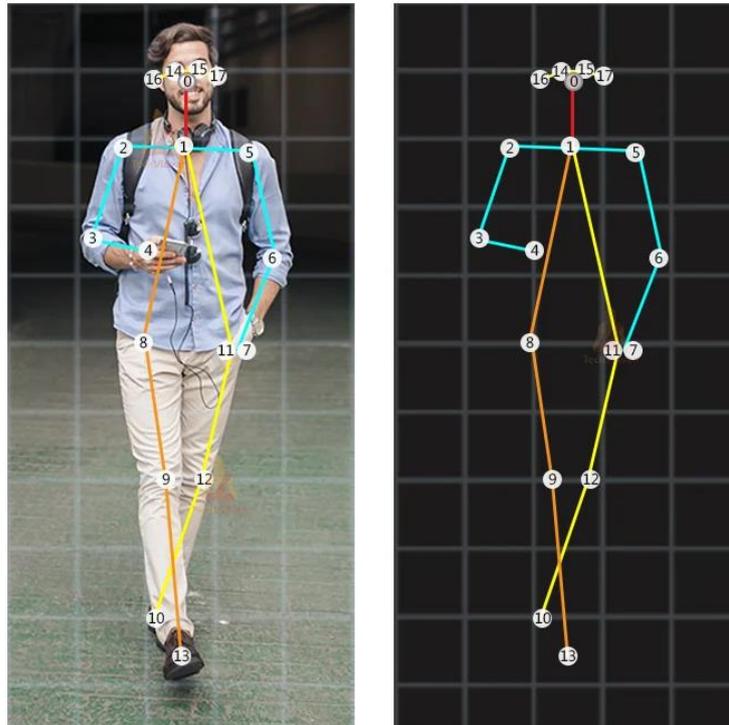
El reconocimiento de acciones es una tecnología con muchas aplicaciones, tales como vigilancia en espacios públicos, monitoreo de personas, vigilancia del hogar, videos de recuperación. De acuerdo con los modelos relacionados y observados, el mayor desafío de esta rama de la visión computacional es la constante variabilidad de los humanos y el cambio de acciones debido al ambiente, ángulo de cámara, etc.

2.1.4 Estimación de posición

La estimación de la posición en un modelo de aprendizaje automático se refiere a la capacidad de este de localizar y detectar objetos en una imagen o video, una vez que el modelo reconozca el objeto se asignan coordenadas de posición a los objetos detectados. La precisión en la detección de los objetos y las coordenadas asignadas depende de muchos factores, como la calidad de vídeo, el ángulo de captura de imagen e incluso del modelo de aprendizaje entrenado, además, de la cantidad de objetos detectados dentro del *frame* del video o imagen a ser analizado (Pérez Molinet et al., 2021). Tal como se puede ver en la Figura 2.3 la estimación de posición de una persona asemeja el esqueleto con las articulaciones que este presenta para poder identificar tanto la forma como la posición.

Figura 2.3

Estimación de la posición con OpenCV



Nota. Adaptado de *Human Pose Estimation using OpenCV & Python* [Fotografía], por techvidvan, n.d.

2.2 Sistema de notificaciones

Un sistema de notificaciones es un conjunto de componentes, herramientas y tecnologías que permiten realizar envíos de mensajes, notificaciones y alertas de manera automatizada. Estas alertas pueden ser enviadas con distintos fines, tales como actualizaciones de sistemas, recordatorios, alertas de seguridad y otros. Estos sistemas pueden ser implementados en distintas plataformas y dispositivos, como páginas web, aplicaciones móviles, sistemas de correos electrónicos, entre otros; además de ser sistemas altamente personalizables por el usuario en la forma y formato que desean recibirlo (Miguel Ángel Fabra Montaña et al., 2017).

Este tipo de sistemas es muy importante para el usuario, debido a que gracias a esta herramienta es posible mantenerlos informados o como método de enlace y compromiso a la plataforma o servicio que se le brinda. Estos sistemas pueden ser

basados en distintas tecnologías de acuerdo con el canal por el que se envía o el formato de recepción de la notificación. Por lo que se explicarán los diferentes tipos de sistemas de notificaciones clasificados bajo ciertos criterios:

- a. Sistemas de notificaciones basados en el canal: Estos sistemas de notificaciones se caracterizan por usar distintos canales para poder realizar la entrega de la alerta, existen aquellos que envían mensajes de texto a través de notificaciones *push* para que se pueda informar a los usuarios sobre modificaciones del sistema, también encontramos las notificaciones enviadas mediante aplicaciones móviles o web usadas para envío de alertas al detectar algún cambio de estado de la cuenta o actualizaciones. También es posible realizar el envío de notificaciones mediante redes sociales, generalmente enfocado en la publicidad y/o promociones del sitio (Nieto, 2016).

Dentro de esta clasificación también podemos encontrar el sistema de notificaciones de mensajería de alerta temprana, que utiliza tecnologías como *cell multicast* y *cell broadcast* para poder enviar alertas a múltiples teléfonos móviles en un área geográfica determinada sin que estos se registren previamente (Palacio & Lis, n.d.).

- b. Sistemas de notificaciones basados en el método: Estos sistemas usan distintos métodos para alertar al usuario sobre cambios en el sistema o alertas importantes que requieren de atención inmediata, tales como el uso de vibraciones, luces led, sonidos, estos mediante el uso de estos métodos alertan al usuario de las notificaciones disponibles (Nieto, 2016).

2.2.1 Sistemas de alertas para móviles

Estos sistemas son usados para poder enviar mensajes de situaciones de riesgo, tales como sismos, desastres naturales, entre otros. En el Perú existe un sistema integrado para el aviso de sismos y movimientos telúricos dentro del país, Sistema de mensajería de alerta temprana de emergencias (SISMATE), fue implementado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

El envío de los mensajes se realiza utilizando la red de los operadores móviles del país. Asegurando la recepción del mensaje de alerta en todos los equipos móviles de la zona afectada (La Cámara, 2023).

2.3 Riesgos frecuentes en adultos mayores

2.3.1 Caídas en adultos mayores

Las caídas en adultos mayores representan un problema de salud pública debido a que afecta con su bienestar, salud, independencia y seguridad del individuo que se ve afectado, este tipo de incidentes se da debido a distintos factores que pueden contribuir a la ocurrencia que pueden llevar a distintos problemas físicos (Véase la Figura 2.4).

Figura 2.4

Prevención de caídas en adultos mayores



Nota. Adaptado de *Programa informativo: ¿Cómo prevenir las caídas en adultos mayores?* [Fotografía], de Hospital privado universitario de cordova, 2024.

Entre las principales causas se encuentra el deterioro cognitivo, este afecta en la agudeza de los sentidos además de pérdida de memoria y atención, esto genera que la persona tenga mayor probabilidad de sufrir caídas (Joel Tirado Reyes et al., 2023).

Además de esta, otras posibles causas de caídas en los adultos mayores se deben a causas ambientales, ya que la falta de una correcta iluminación, desnivel en los suelos, obstáculos o falta de asistencia en el lugar, acrecienta el riesgo de tener algún tipo de

accidente. Incluyendo a esto, si la persona se encuentra medicada por algún tipo de fármaco que afecte su percepción, coordinación o sentidos el riesgo de caída es aún mayor (Velázquez & Carlos, 2019).

2.3.1 Accidente cerebrovascular en adultos mayores

Los accidentes cerebrovasculares suceden cuando el flujo sanguíneo se interrumpe en el cerebro, por lo que este no puede recibir oxígeno y nutrientes, como consecuencia las células cerebrales mueren y generan daño permanente (MedlinePlus, n.d.).

En la población de adultos mayores incluyen los siguientes síntomas más comunes:

- Entumecimiento súbito: ocurre en un lado en específico del cuerpo, puede ser rostro, brazos o piernas.
- Dificultad para hablar: el proceso de articulación se vuelve dificultoso y de difícil comprensión.
- Pérdida súbita de la visión: La visión se desvanece de un momento para otro, puede afectar solo uno o ambos ojos.
- Dolor de cabeza repentino e intenso: un dolor de cabeza muy fuerte que aparece repentinamente, un dolor muy fuerte y difícil de soportar.
- Mareos súbitos y dificultad para caminar: incluye falta de equilibrio, coordinación y sensación de vértigo que no permiten desplazarse normalmente.

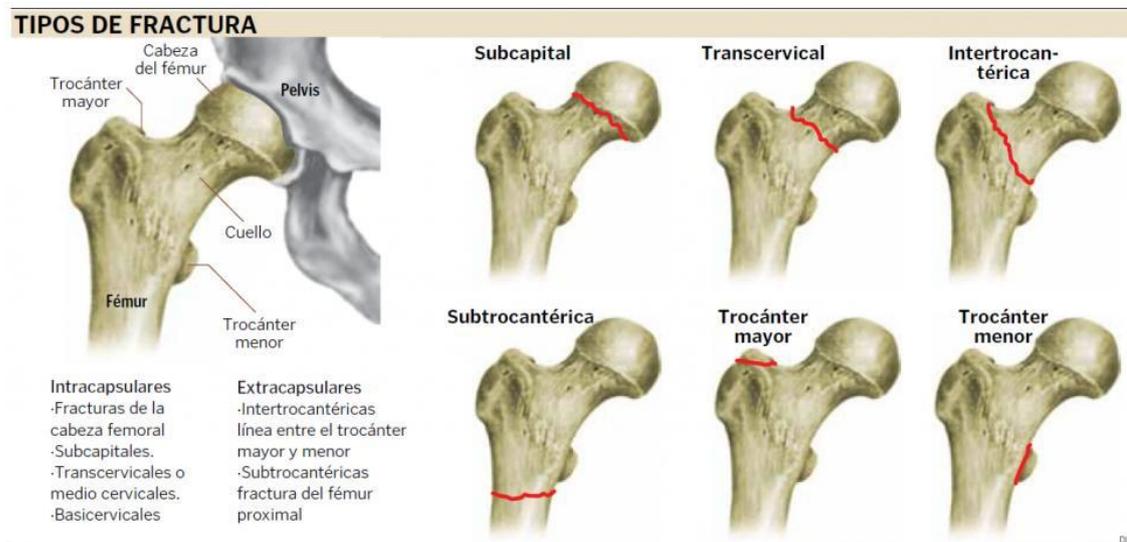
Estos síntomas si bien son comunes en personas mayores que sufren accidentes cerebrovasculares, se pueden presentar de distintas maneras y en distinta intensidad (Borja Santillán et al., 2021).

2.3.2 Fracturas en adultos mayores

Las fracturas son un problema común en los adultos mayores, estas pueden tener consecuencias que afecten la calidad de vida y la salud de estos. Dentro de este tipo de riesgo en el adulto mayor, se encuentran las fracturas de cadera, que afectan significativamente la salud e independencia del adulto mayor, debido a su gravedad y a los tipos de fracturas que se pueden presentar (Véase la Figura 2.5).

Figura 2.5

Tipo de fractura de cadera



Nota. Adaptado de *Diagnóstico y tratamiento ortopedia 5ta edición* [Fotografía], por (Skinner, n.d.)

Es necesario realizar la prevención para que ocurran estas fracturas con la promoción de la actividad física, atención integral de salud y mejora del ambiente donde se radica. También es importante la concientización de personal de la salud y personas al cuidado de adultos mayores para que conozcan sobre los riesgos y las medidas que se deben tomar ante una situación así (Maldonado Maldonado et al., 2023).

CAPÍTULO III: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

3.1 Definición del proyecto

La finalidad de este proyecto es poder brindar soporte en el cuidado y control del bienestar de adultos mayores que vivan solos o con familiares que no cuenten con el tiempo necesario de cuidarlo permanentemente o sin la posibilidad de contratar a personal de cuidado constante. Los adultos mayores son más susceptibles de tener un accidente debido a distintos motivos, como son, el síndrome de vulnerabilidad en adultos mayores, padecimientos de enfermedades crónicas o limitaciones en la movilidad. Todo esto genera que un adulto mayor con estas características deba ser cuidado y monitoreado gran parte del día para que no sufra algún accidente dentro del hogar.

Por estas razones, se decidió desarrollar el sistema “*Risk Detection*”, un sistema encargado de detectar los accidentes (caídas, desmayos) que pueda tener el adulto mayor dentro del hogar, basado en un modelo de *Deep Learning* de estimación de la posición del cuerpo humano se puede detectar si la persona sufre algún tipo de caída dentro del hogar y conectado a una base de datos y esta a su vez a la aplicación móvil desarrollada en el sistema operativo Android, la cual recibe el historial de posibles accidentes y notifica al usuario en caso de que suceda, esto para poder controlar el bienestar de los adultos mayores en el hogar.

Utilizando la metodología *Design Thinking* se realizó el diseño, idealización y funcionamiento del producto. Además, mediante entrevistas se logró realizar la valoración del producto para el diseño de las principales características, las cuales son rápido tiempo de respuesta, no invasivo en el estilo de vida, entre otros. Entre los principales usuarios, los cuales son mayores de 18 años y menores a 60, se encuentra que la mayoría usa dispositivos móviles o tienen previo conocimiento, lo cual indica que es posible el desarrollo de la aplicación móvil en lenguaje de programación *Kotlin* y además para el entrenamiento y ejecución del modelo de detección de acciones se usó el lenguaje de programación *Python* y como fuente de almacenamiento usamos principalmente *Firebase*.

3.2 Objetivos del proyecto

Como objetivo general de proyecto se plantea poder lograr el control del bienestar de los adultos mayores a 70 años y la independencia de estos mediante un sistema de notificaciones a quienes deseen saber el estado de bienestar de la persona para tener respuestas rápidas en caso de un incidente.

3.3 Alcance del proyecto

- Determinar las necesidades de los adultos mayores y familiares que desean controlar el bienestar de los primeros.
- Idear estrategias que cumplan con las necesidades de los familiares y adultos mayores.
- Definir correctamente el modelo de negocio.
- Diseñar el sistema de notificaciones con las características más importantes.
- Validar el nivel de deseabilidad del sistema por parte de los usuarios mediante entrevistas.

“Uno de los aspectos del ser humano es la identidad que representa, por lo que de acuerdo con Código Civil peruano de 1984 y la Ley 29733 (Ley de Protección de Datos Personales) es necesaria su protección” (Murillo Chavez, 2019), para esto es necesario realizar un acuerdo y compromiso con los clientes para poder identificar la ubicación de las cámaras dentro del hogar.

3.4 Roles y responsabilidades del equipo del proyecto

Para la definición de los roles y responsabilidades del proyecto se decidió utilizar el marco de trabajo SCRUM donde se definen las responsabilidades y tareas de cada miembro del equipo ágil (Véase la Tabla 3.1):

- **Product Owner:** define y prioriza el *product backlog* (lista priorizada de funcionalidades del sistema), asegura que las necesidades de los usuarios sean atendidas. Para eso debe asegurar que el equipo tenga una visión clara y coherente del producto y de su objetivo final.
- **Scrum Master:** guía al equipo y asegura la adherencia a las prácticas y procesos de Scrum, así como de remover cualquier obstáculo que impida el progreso del

equipo. Además, el *Scrum Master* fomenta un ambiente de colaboración y autoorganización dentro del equipo.

- **Team Member:** es responsable de completar las tareas asignadas en el sprint (periodo de tiempo en el que el equipo SCRUM debe completar un objetivo) de manera colaborativa y asegurarse de que el trabajo esté hecho con la calidad requerida.

Tabla 3.1

Responsabilidades y roles definidos para el equipo

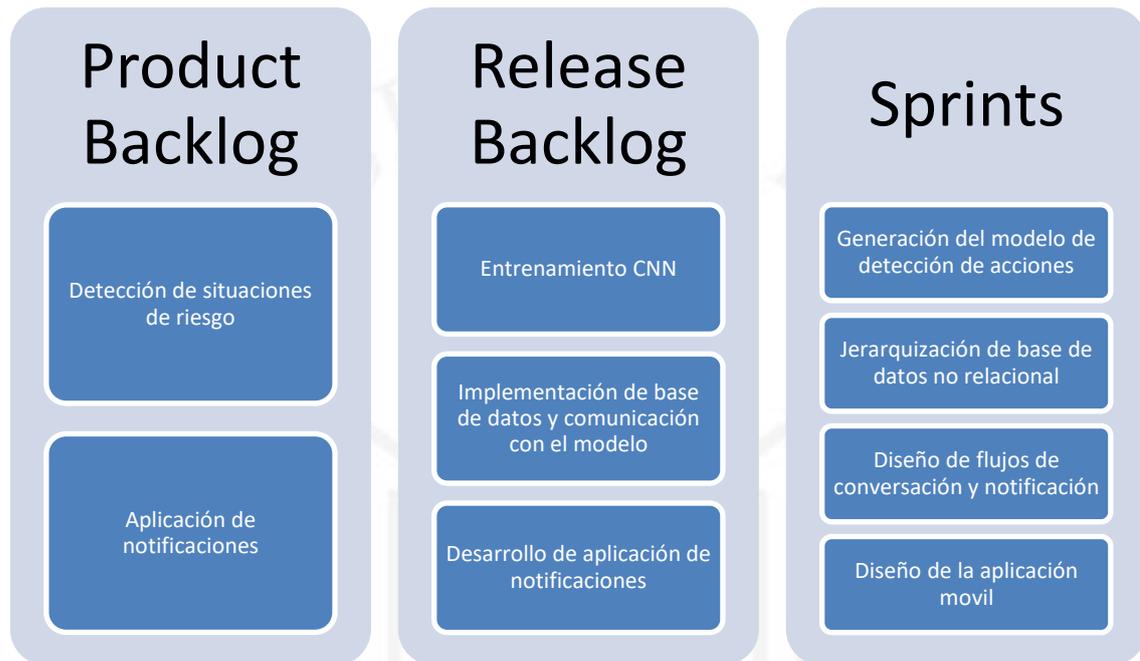
Fases	Responsabilidades	Roles
1. Inicio	1. Formular la perspectiva del proyecto.	PO
	2. Identificar a los usuarios y asignar al <i>Scrum Master</i> .	PO, SM
	3. Formar el equipo ágil.	TM, SM, PO
	4. Establecer las prioridades entre los requerimientos.	TM
	5. Planificar el lanzamiento del sistema.	TM, SM, PO
2. Planificación	6. Plantear requerimientos funcionales y no funcionales.	TM, SM, PO
	7. Aprobar y validar los requerimientos con el equipo.	TM, SM, PO
	8. Definir las actividades y fechas de finalización.	TM, SM, PO
	9. Definir los <i>sprints</i> pendientes.	TM, SM, PO
3. Revisión	10. Revisar y validar el <i>Sprint</i>	TM, SM
	11. Retroalimentación del <i>Sprint</i>	TM, SM
4. Despliegue	12. Presentación de todos los entregables	PO
	13. Retroalimentación del proyecto	TM, SM, PO

Nota. La tabla explica la función de cada rol definido dentro del equipo sean, *Product Owner (PO)*, *Scrum Master (SM)* y *Team Members (TM)*.

3.5 Cronograma y riesgos iniciales del proyecto

Figura 3.1

Cronograma general de desarrollo



Nota. El gráfico especifica la división de tareas jerarquizadas usando el *Product Backlog* (funcionalidades necesarias para el producto), *Release Backlog* (Elementos necesarios para cumplir con los objetivos) y *Sprints* (Implementación de funcionalidades necesarias para el producto final).

El cronograma general del proyecto describe cada entregable a realizar por el equipo desarrollador (Véase la Figura 3.1), además es necesario definir las etapas en las que se realizarán los distintos entregables del proyecto:

- **Inicio:** Mediante la metodología *Design Thinking* se define el alcance del proyecto y se define el Producto Mínimo Viable (MVP), luego definir cada entregable en las distintas etapas del proceso de desarrollo del sistema, tales como *Product backlog*, *Release Backlog* y *Sprints*. La definición de cada entregable

depende de los requerimientos definidos para el sistema, cumplir con cada necesidad del usuario es necesario para definir un buen requerimiento.

- **Desarrollo del MVP:** Se realizará el desarrollo mediante la metodología SCRUM, por lo que luego de definir el diseño del producto se realizarán los sprints y posterior a esto las pruebas y corrección de errores. El tiempo en esta etapa es muy variable debido a que la metodología ágil trabaja en base a los entregables culminados.
- **Despliegue y certificación:** Se realizará el despliegue del sistema para poder realizar validaciones con el usuario. En esta etapa se validará el nivel de satisfacción y usabilidad del sistema por parte del usuario quien es el que define si sus necesidades fueron resueltas.

3.6 Indicadores de gestión proyecto

Se definen los distintos entregables del Producto mínimo viable:

- **Definir el Product Backlog:**
 - **Resultado:**
 - Sistema definido en 2 partes, el modelo de detección de acciones y la aplicación de notificaciones.
 - Estimación y definición de cada sprint.
- **Desarrollo del sprint 1:**
 - **Resultado:**
 - Finalizar el desarrollo parcial de la primera parte del proyecto, teniendo la red neuronal entrenada (*YOLOv7*) y lista para el reconocimiento de accidentes.
- **Desarrollo del sprint 2:**
 - **Resultado:**
 - Desarrollar la jerarquización y modelación de la base de datos no relacional *Firebase*, donde se pueda almacenar los registros de alerta generadas por la red neuronal.

- **Desarrollo del sprint 3:**

- **Resultado:**

- Completar el diseño de la aplicación móvil encargada de recibir las notificaciones e historial de registros de accidentes.
- Desarrollo de la aplicación móvil en lenguaje *Kotlin* para *Android*.

- **Desarrollo del sprint 4:**

- **Resultado:**

- Completar métodos de comunicación entre la interfaz de detección y la aplicación móvil.
- Métodos de notificación y muestra de historial de detecciones.

- **Conclusión del proyecto:**

- **Resultado:**

- Desarrollo culminado del sistema de notificaciones “*Risk Detection*”, realizar pruebas de funcionalidad y cumplimiento de características definidas.

3.7 Requerimientos del sistema:

3.7.1 Requerimientos funcionales:

1. El modelo de reconocimiento permitirá la detección de accidentes en tiempo real, analizando un video captado por la cámara.
 - **Justificación:** El reconocimiento de accidentes permite la identificación de situaciones que atenten contra la salud en tiempo real.
2. El modelo de reconocimiento realizará el envío de las imágenes reconocidas junto a información como usuario, fecha y hora a la base de datos.
 - **Justificación:** El envío de las imágenes reconocidas alimenta de información a la base de datos que proveerá a la aplicación.

3. El modelo de reconocimiento tendrá un método que se encargará del envío de notificaciones a la aplicación móvil.
 - **Justificación:** Este método ayudará a la aplicación móvil a obtener las alertas de accidentes captadas por el modelo.
4. La base de datos almacenará información proveniente del modelo y los usuarios del sistema.
 - **Justificación:** La base de datos servirá como fuente de alimentación de la aplicación móvil.
5. La aplicación móvil tendrá un método de autenticación para el correcto *login* de los usuarios.
 - **Justificación:** El *login* es un método de autenticación y seguridad para evitar la filtración de información.
6. La aplicación móvil permitirá la visualización de un historial de imágenes obtenidas por el modelo que se hayan registrado previamente.
 - **Justificación:** Observar un historial de imágenes permite conocer sobre situaciones similares a los usuarios.
7. La aplicación móvil permitirá ver la imagen que fue reconocida por el modelo como accidente.
 - **Justificación:** Observar la imagen reconocida permite conocer el nivel de gravedad de la situación al usuario.
8. La aplicación móvil recibirá las alertas enviadas por el modelo de reconocimiento para que el usuario pueda estar informado en tiempo real.
 - **Justificación:** La recepción de alertas permite al usuario conocer la situación actual de riesgo y poder actuar rápidamente.

3.7.2 Requerimientos no funcionales:

1. Un usuario nuevo debe ser capaz de utilizar la aplicación móvil sin problemas.
2. Las alertas enviadas por el modelo de reconocimiento al sistema serán en tiempo real.

3. La aplicación móvil debe ser capaz de mostrar las imágenes reconocidas por el modelo para la correcta visualización del usuario.

3.8 Recursos económicos

Para poder obtener la viabilidad del proyecto se realizó un análisis comparativo con productos similares en el mercado peruano (Véase la Tabla 3.2).

Tabla 3.2

Comparativa de precios

Producto	Precio (S./) / mes
Verisure	182 – 207
Prosegur alarmas	180
Risk Detection	180

Se opta por contratar la pasarela de pagos Mercado Pago el cual cobra una comisión de 3.79% + S./1.18 + IGV, por lo que una vez aplicado los descuentos el ingreso final es de S/. 170.77 (Véase la Figura 3.2).

Figura 3.2

Cálculo del precio final

Si cobras	S/180,00
Tasa de liberación  Dinero en 14 días 3.79% + IGV + S/1.18	- S/9,23
Recibes	S/170,77

Los ingresos obtenidos por el sistema se utilizarán para el mantenimiento del sistema, marketing, base de datos, mejorar el sistema para brindar una mejor atención. Esto con fines de atraer mayor cantidad de usuarios que utilicen nuestro servicio.

Para poder definir y validar que se debe realizar esta inversión se realizó la simulación del flujo de caja para nuestro servicio (Véase la Tabla 3.2 y 3.3) para lo cual utilizamos como punto de partida el 5% de la población de Lima como mercado obtenible y con un precio de S/.180 como suscripción mensual de cada usuario, ya antes calculado. Además, se tendrá en cuenta los costos fijos anuales, como el hardware a obtener para la instalación, pago del servicio de base de datos en tiempo real, el 5% de los ingresos con el fin de invertir en marketing, mantenimiento del sistema y también los descuentos realizados por la pasarela de pago e impuestos.

Como se puede observar en el flujo de caja anual (Véase la Tabla 3.4) termina con un valor positivo de S/.1,130,248.61, realizando una inversión inicial de S/.790,000.00 por lo que indicaría que se debe realizar la inversión de este proyecto debido a la rentabilidad frente a costos. Cabe mencionar que sí se muestra un flujo de caja negativo los 3 primeros meses de la inversión debido a los costos anuales que fueron pagados.

El flujo de caja demuestra rentabilidad para el proyecto con el precio de suscripción planteado y manteniendo una buena competencia con otras alternativas respecto al precio, por lo que fue necesario realizar un estudio respecto al costo de los componentes necesarios para el sistema que también influyen en el cálculo del resultado en el flujo de caja anual (Véase la Tabla 3.3).

Tabla 3.3

Estimación de costo unitario de instalación

Componentes	Precio unitario (PEN) / año
<i>Raspberry Pi</i>	436.5
Cámara (3 und)	300
<i>Firebase</i>	3.36

Nota. La tabla representa precios aproximados de los componentes del sistema obtenidos de (Mercado Libre, 2024; Firebase, 2024).

Tabla 3.4*Estimación de flujo de caja*

	INVERSIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Ingresos							
Ventas en efectivo		239221.8	478443.6	956887.2	1196109	1196109	1196109
Total Ingresos		239221.8	478443.6	956887.2	1196109	1196109	1196109
Egresos							
Instalación de hardware a los usuarios ³		787551	787551	1575102	787551	0	0
Pago Base de datos <i>Firebase</i> (+100GB)		4466.88	4466.88	8933.76	4466.88	0	0
Marketing y mantenimiento		11961.09	23922.18	47844.36	59805.45	0	0
Sueldos y Alquiler anual		4500	4500	4500	4500	4500	4500
Descuentos (IGV, comisión de pago plataforma)		61360.3917	61360.3917	61360.3917	61360.3917	61360.3917	61360.3917
Total Egresos		869839.3617	881800.4517	1697740.512	917683.7217	65860.3917	65860.3917
Flujo de caja económico	-790000	-630617.56	-403356.85	-740853.31	278425.28	1130248.61	1130248.61

³ El costo del hardware representa el porcentaje por clientes que adquieren el servicio al mes, 20% en enero, un 20% más en febrero, un 40% más en marzo y finalmente un 20% más en abril. Además de un costo unitario de 268.5 del Raspberry Pi 4 de 2gb y 4 puertos de conexión y 108 para las cámaras Xiaomi Smart camera C200.

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1196109	1196109	1196109	1196109	1196109	1196109	12439533.6
1196109	1196109	1196109	1196109	1196109	1196109	12439533.6
0	0	0	0	0	0	3937755
0	0	0	0	0	0	22334.4
0	0	0	0	0	0	143533.08
4500	4500	4500	4500	4500	4500	54000
61360.3917	61360.3917	61360.3917	61360.3917	61360.3917	61360.3917	736324.7004
65860.3917	65860.3917	65860.3917	65860.3917	65860.3917	65860.3917	4893947.18
1130248.61	1130248.61	1130248.61	1130248.61	1130248.61	1130248.61	

Nota. El gráfico representa la evolución entre ingresos y gastos durante el primer año de servicio. Se tomó en cuenta la obtención de clientes en la siguiente progresión enero (20% del total), febrero (40% del total), marzo (80% del total) y a partir de abril un 100% de los clientes.

Para un análisis más completo de la rentabilidad y viabilidad del proyecto se realizará el cálculo del VAN y TIR, para lo cual el proyecto cuenta con una tasa de interés de oportunidad del 10%, esto debido a que es un aproximado luego de un estudio de rentabilidad entre los bonos del estado (5.35%) (Ministerio de Economía y Finanzas, 2024) y el índice S&P/BVL (índice ponderado por capitalización de mercado ajustado por *free-float*), el cual mide el desempeño de las empresas del sector que fue 21.7% (Miguel de la Vega Polanco, 2024). Con esta estimación del costo de capital podemos realizar el cálculo del valor actual a través del tiempo tomando en cuenta el flujo de caja previo mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 3.1

Ecuación del cálculo de Valor Actual por mes

$$VA = \frac{FC}{(1 + COK)^n} \quad (1)$$

Nota. La ecuación representa el cálculo del Valor Actual (VA) mediante el uso de Flujo de caja (FC), Costo de capital (COK) y periodo (n).

En la Tabla 3.5 podemos observar el valor actual para cada periodo durante el primer año de estimación del flujo de caja. Donde podemos observar el crecimiento del valor a lo largo del tiempo.

Tabla 3.5

Representación del valor actual por mes

Periodo	Valor Actual
1	-573,288.69
2	-333,352.77
3	-556,614.06
4	190,168.21
5	701,795.46
6	637,995.87
7	579,996.25
8	527,269.32
9	479,335.74
10	435,759.77
11	396,145.24
12	360,132.04

Nota. Representa la evolución del valor actual del proyecto mes a mes.

Luego podemos realizar el cálculo del VAN (Valor Actual Neto) el cual es de S/2,055,342.38 y el TIR (Tasa Interna de Retorno) corresponde a un 21,86%. Este análisis demuestra la viabilidad económica del proyecto debido a que el VAN tiene un valor positivo y esto indica que generará un rendimiento mayor a la tasa de descuento que se utilizó, además que es adecuada respecto al valor actual del flujo de caja respecto a la inversión inicial. Por otra parte, el TIR es superior a la tasa de descuento del 10% y debido a esta comparación también indica una buena rentabilidad del proyecto.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PRODUCTO MÍNIMO VIABLE

4.1 Alcance del producto mínimo viable

Utilizando el método *Design Thinking* identificamos las principales características que nuestro producto debe tener para poder satisfacer las necesidades del cliente, posterior a esto se diseñará el MVP que cumpla con cada una de estas funciones y características. Finalmente, se presenta el producto para pruebas y validación.

4.2 Supuestos clave y técnicas de validación a nivel de clientes y de usuarios

Para el correcto análisis del proyecto se analizaron las cinco etapas de innovación, por lo que se explicará cada uno.

4.2.1 Empatizar:

En esta fase se realizaron entrevistas empáticas para conocer la opinión de las personas sobre el apoyo de la tecnología en el control y ayuda de personas mayores de edad. Además de realizar consultas sobre el apoyo que se recibe de la tecnología y si cuentan con soluciones tecnológicas en el hogar para el control del bienestar del usuario.

Ante las preguntas realizadas, la totalidad de personas comentaron que no cuentan con ningún tipo de ayuda de la tecnología para poder realizar el monitoreo de las personas mayores de edad. Sin embargo, se demostró el interés de los entrevistados en adquirir algún sistema de control de bienestar, 8 de 10 personas estuvieron de acuerdo con cada aspecto de un producto o sistema del tipo que se propone para que puedan adquirirlo en sus hogares. Por lo que se realizó la definición del mapa de empatía de acuerdo con lo que los usuarios perciben y sienten respecto a su necesidad (Véase la Figura 4.1).

Figura 4.1

Mapa de empatía



Nota. La figura explica la perspectiva de cada usuario al afrontar la necesidad que tienen por resolver.

4.2.2 Definir:

Una vez realizadas las entrevistas empáticas se pudo identificar las distintas características y necesidades de los posibles clientes, además de sus prioridades y preocupaciones al controlar el bienestar de un adulto mayor que necesite supervisión. Por lo que se definieron y clasificaron las funciones necesarias. Por lo que priorizan los requerimientos de acuerdo con el valor que aportan al sistema (Véase la Tabla 4.1).

Tabla 4.1*Moscow Method de priorización*

Requerimiento	Debe tener	Debería incluir	Podría incluir	No tendrá
Interfaz amigable con el usuario	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mostrar historial de acontecimientos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Brindar una rápida notificación	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mostrar las imágenes reconocidas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carga de datos instantánea	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Buena comunicación entre el modelo y la aplicación móvil	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conexión con la plataforma de pagos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Versión de la aplicación en iOS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Reconocimiento efectivo del accidente	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad en la autenticación de usuarios	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imágenes de reconocimiento con datos como hora y fecha de ocurrencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Donde podemos observar que la principal necesidad del consumidor es poder contar con una tecnología que le brinde apoyo en el cuidado de las personas mayores de edad que vivan sin algún tipo de asistencia.

4.2.2 Idear:

En esta etapa se realizó una lluvia de ideas teniendo en cuenta los comentarios y necesidades de cada uno de los potenciales clientes entrevistados. Los cuales comentaron que un sistema o tecnología serían muy útiles en el cuidado de familiares o personas cercanas mayores de edad y en estado de vulnerabilidad.

Por lo tanto, se agruparon dos principales ideas de acuerdo con los comentarios que se realizaron en las entrevistas, algunos comentaron sobre sensores o dispositivos como smartwatch y otros dispositivos que puedan controlar los signos vitales para que se pueda conocer el bienestar del adulto.

Por otra parte, se propuso la idea de un sistema de vigilancia en el que se pueda controlar si la persona sufre de algún tipo de accidente y se pueda notificar a las personas interesadas.

4.2.2 Prototipar:

Para esta etapa se buscó desarrollar un prototipo que pueda cumplir con las necesidades que los posibles usuarios del servicio mencionaron, además de tomar en cuenta las ideas proporcionadas por el usuario. Se conversaron 2 posibles soluciones con los entrevistados.

- **Wearable:** Se mencionó la idea de el desarrollo de un dispositivo tipo smartwatch que pueda controlar los signos vitales para monitorear el bienestar del adulto mayor y que pueda enviar información a una aplicación para que los usuarios interesados puedan observar el estado de la persona.
- **Sistema de notificaciones:** La idea de un sistema de notificaciones que pueda detectar algún accidente y notificar a la persona interesada en el bienestar del adulto mayor mediante una aplicación móvil para que se pueda tener la información en tiempo real.

De las posibles soluciones conversadas con los entrevistados, estos mencionaron que el *wearable* suele ser más invasivo y que muchos ancianos al no conocer sobre estos dispositivos no suelen tener el cuidado necesario y podrían estropearse. Por otra parte, el sistema de notificaciones recibió buenos comentarios debido a que el usuario recibirá la notificación en tiempo real y no es invasivo con el estilo de vida del adulto mayor. Por lo que tomando en cuenta cada una de estos comentarios y observaciones se decidió realizar el desarrollo del sistema de notificaciones.

4.3 Diseño del producto mínimo viable

4.3.1 Definición de la necesidad de usuario:

Utilizando el método *Design Thinking* para poder identificar la necesidad de los usuarios, mediante el uso de la entrevista empática y observación de los posibles usuarios con

familiares mayores de 70 años que necesitan de cuidados, permanentes en muchas ocasiones y mediante la categorización y priorización de las necesidades, se definió la siguiente: usuarios que tienen un familiar mayor a 70 años que viva independiente o necesite cuidados casi permanentes por parte de una persona, para poder controlar el bienestar del mismo. Para satisfacer esta necesidad se diseñó y desarrolló un sistema que cumpla estos requisitos.

4.3.2 Impacto social y ambiental:

Se encontró que la población de adultos mayores a 70 años que viven solos y que tienen problemas de fragilidad representan gran parte de la población total de adultos mayores a nivel nacional, además el crecimiento de esta población para los años posteriores será significativamente grande, por lo que, al atender la necesidad de monitoreo del bienestar de los ancianos, podemos mejorar su calidad de vida y además el tiempo de respuesta ante accidentes para que no pase a mayores.

4.3.3 Tecnología a usar:

Como solución a las necesidades identificadas anteriormente se plantea el desarrollo de un sistema de notificaciones en tiempo real, que pueda enviar alertas a los usuarios en caso de que el adulto mayor sufra un accidente en el hogar.

El sistema consta de tres partes principales:

- **Modelo de detección:** Modelo de detección de accidentes basado en el módulo de estimación de posición de *You Only Look Once* (YOLOv7), modelo eficiente en el reconocimiento de objetos en tiempo real, utilizado en distintos ámbitos de la visión computacional. El cual mediante la diferencia de las coordenadas obtenidas en el modelo se obtiene los *frames* de reconocimiento de caídas en el proceso y es el encargado de realizar tanto el envío de notificaciones, como la carga de información en la base de datos.
- **Base de datos en tiempo real:** En esta oportunidad se está usando el módulo *Realtime Database* de *Firebase* como servicio de almacenamiento de base de datos, además del módulo de autenticación para el registro de los usuarios. En la base de datos se cargan las colecciones referentes a la información de los *frames* de reconocimiento de caídas en un formato base64 para que se pueda exportar a la aplicación móvil.

- **App “Risk Detection”:** Aplicativo móvil en lenguaje de programación *Kotlin* para Android, es la parte encargada de recibir las notificaciones de alerta en caso de accidentes, además de mostrar un historial de los *frames* reconocidos por el modelo de *Deep Learning*.

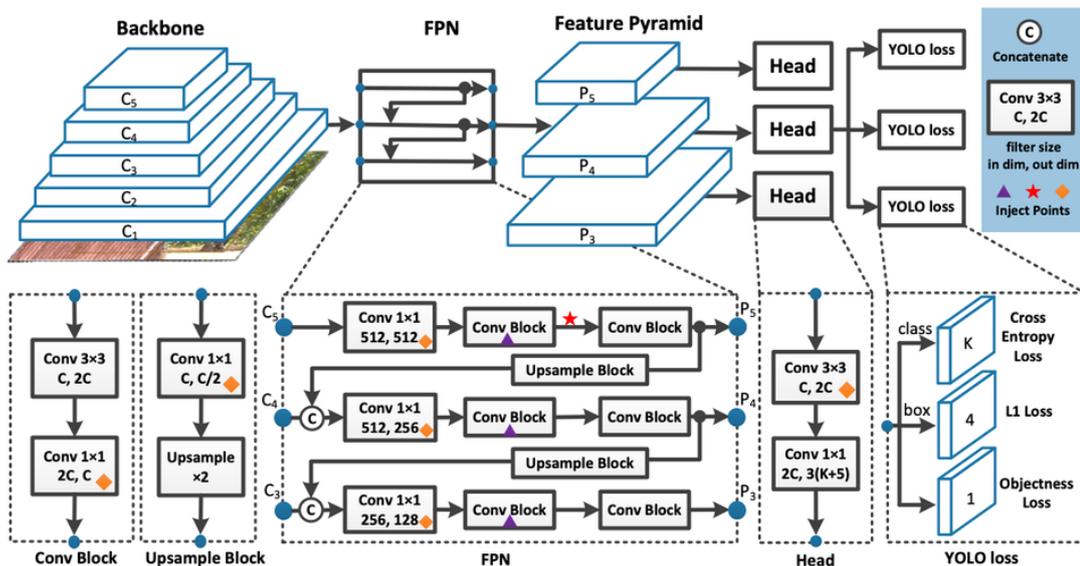
4.4 Implementación y análisis de resultados del producto mínimo viable

4.4.1 YOLOv7:

YOLO (*You Only Look Once*) v7 es un modelo de visión computacional especializado en la detección de objetos, este modelo es un detector de objetos de una sola etapa. En un modelo de este tipo los *frames* de las imágenes son caracterizadas en la “columna vertebral” o *backbone*. Estas características son combinadas en el “cuello” o *neck* y por último pasan por toda la “cabeza” o *head* de la red YOLO para que se pueda predecir la posición y la clase de objeto que se tiene que reconocer tal como se puede apreciar en la Figura 4.2.

Figura 4.2

Arquitectura de la red YOLO representada en PP-YOLO



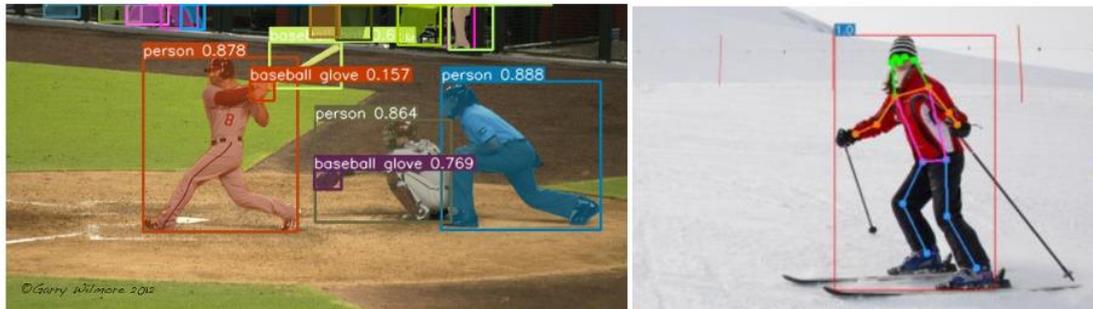
Nota. Adaptado de *PP-YOLO: An Effective and Efficient Implementation of Object Detector*, por Long et al., 2020.

En esta ocasión instalamos la red es definida en *Pytorch* y se usa *YOLOv7-pose*, este difiere de la versión “*mask*” al identificar las coordenadas de posición de la persona

y no solo el tipo de objeto (Véase la Figura 4.3), debido a que necesitamos obtener las coordenadas de posición del sujeto para obtener la estimación de la caída.

Figura 4.3

YOLOv7-mask & YOLOv7-pose

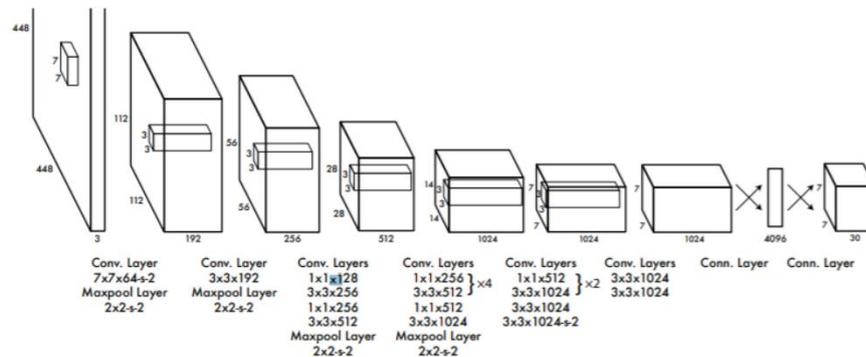


Nota. Adaptado de *YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors*, por (Wang et al., 2023).

La red neuronal de *YOLO* está compuesta por 24 capas convolucionales de 1x1 y 3x3 las cuales se van alternando para poder extraer las características de cada imagen analizada (Véase la Figura 4.4) para la respectiva reducción de estas (Raneros Rozada, 2021). De las capas de convolución la última de estas genera un tensor con forma (7,7,1024) estas tres dimensiones del tensor se pueden entender de la siguiente manera, altura, ancho y profundidad, la altura del tensor tiene un tamaño de 7 al igual que el ancho de este, la profundidad es de 1024, este número representa las características o filtros que la red convolucional aprendió en la posición espacial. Por otra parte, el modelo consta de 2 capas totalmente conectadas que se encargan de procesar toda la información obtenida previamente por las capas convolucionales, una vez que el tensor obtenido previamente pase por estas capas totalmente conectadas, este se reduce y se obtiene un tensor de tamaño (7,7,30) (Raneros Rozada, 2021).

Figura 4.4

Esquema de la arquitectura de la red neuronal



Nota. Adaptado de *Estudio de la arquitectura YOLO para la detección de objetos mediante deep learning*, por Raneros Rozada, 2021.

Este modelo de red neuronal se entrena mediante el uso del *dataset MS COCO* (*Microsoft Common Objects in Context*) el cual es un conjunto de datos utilizados comúnmente en la rama de visión computacional, es muy conocido por la diversidad y complejidad que proporciona, debido a la alta cantidad de imágenes reales y variadas que contiene. Este conjunto de datos cuenta con las siguientes características:

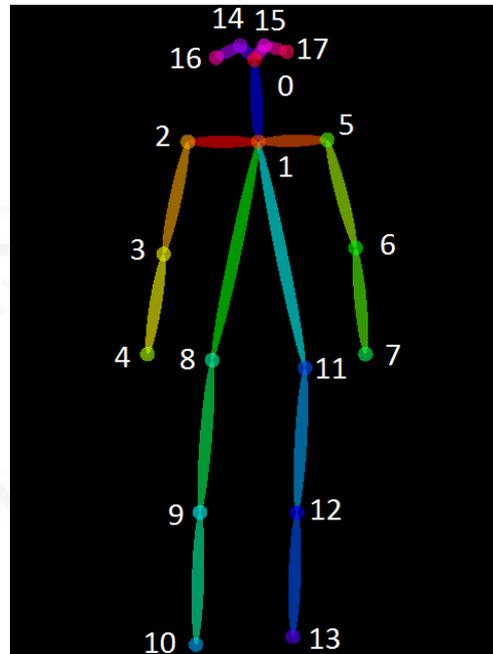
- Contiene imágenes que representan hechos cotidianos y reales, además abarca muchas situaciones y escenarios, tanto internos como externos.
- Cada imagen que forma parte de este conjunto de datos cuenta con anotaciones del contenido de estas, además contienen información sobre segmentación semántica, es decir se encuentran asociadas a etiquetas o categorías para cada píxel de la imagen.
- El conjunto de *MS COCO* contiene 80 categorías diferentes entre objetos inanimados, personas y animales.
- *MS COCO* es un conjunto de datos bastante confiable para el entrenamiento de redes neuronales para detección de objetos.

En este caso en particular, usamos el módulo de la estimación de posición basado en el modelo de *YOLOv7* para poder obtener las coordenadas del mapa de posición de las

personas el cual asigna coordenadas en el plano de acuerdo con el reconocimiento de la posición que se interpreta por cada parte del cuerpo (Véase la Figura 4.5).

Figura 4.5

Postura estimada YOLOv7

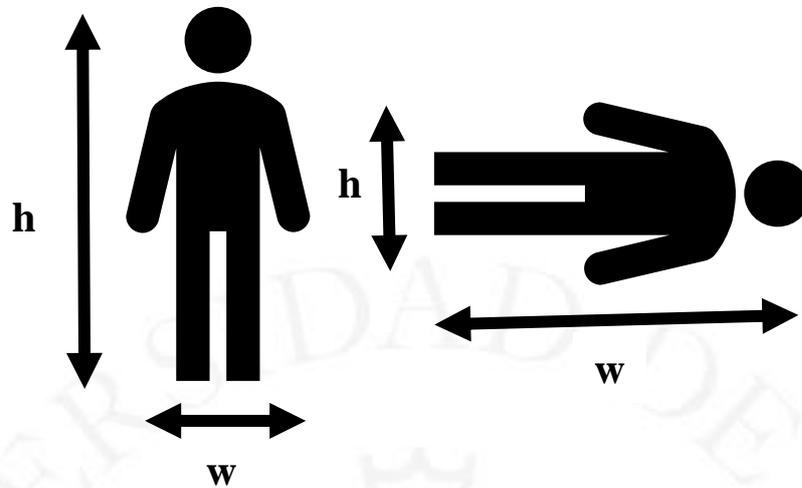


Nota. La figura explica la representación de la postura del cuerpo humano, mediante el uso del modelo pre-entrenado yolov7-w6-pose.pt, donde reconoce articulaciones y partes del rostro como ojos, nariz y boca. Adaptado de *YOLOv7 Pose vs MediaPipe in Human Pose Estimation*, por Kukil & Vikas Gupta, n.d.

Previamente analizado la estimación de la posición, para realizar el reconocimiento de la caída de una persona se cuentan con dos variables principales, la altura y el ancho de una persona, para lo cual observamos que la altura “h” de una persona tiene que ser mayor a su ancho “w” sino podemos suponer que la persona no está de pie (Véase la Figura 4.6), por lo que usamos la fórmula “ $h-w > 0$ ” para estimar que la persona no tuvo una caída.

Figura 4.6

Estimación de la caída de una persona



Con el fin de detectar las caídas usamos el siguiente código en *Python* con la ayuda de *YOLOv7*.

Figura 4.7

Detección de la caída

```
For frame
  Obtener coordenadas máximas (xmax, ymax)
  Obtener coordenadas mínimas (xmin, ymin)

  Diferencia en x = xmax - xmin
  Diferencia en y = ymin - ymax

  Diferencia dif = y-x

  Si (dif < 0)
    entonces
      seleccionar frame y dibujar cuadro de reconocimiento
      enviar datos a firebase
      enviar notificación
  terminar
```

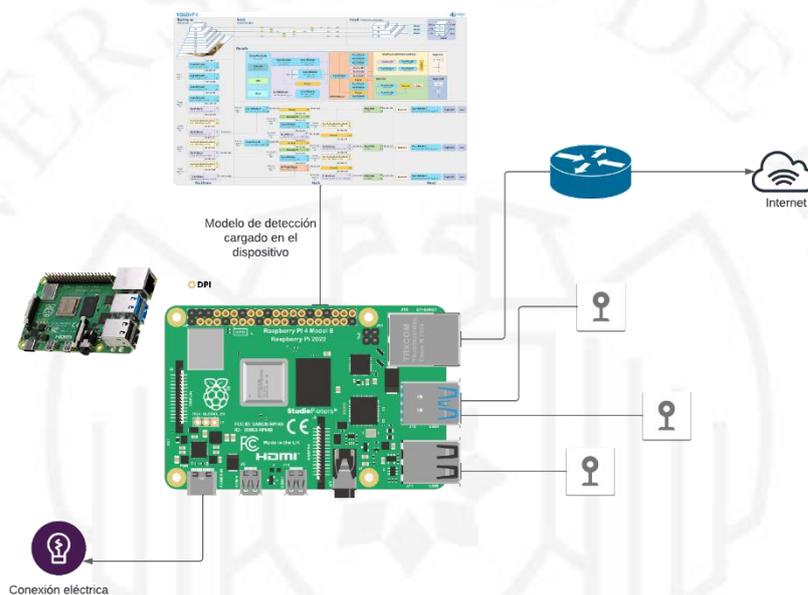
Donde calculamos el alto y ancho del sujeto en observación mediante la sustracción de las coordenadas obtenidas (Véase la Figura 4.7).

4.4.2 Diagrama de arquitectura del software:

Se puede visualizar el diagrama de conexión de las distintas cámaras al dispositivo *raspberry* 4 (Véase la Figura 4.8), el cual presenta cuatro puertos USB para la conexión de las 3 cámaras de vigilancia dentro del hogar. Además, este se conecta mediante un puerto ethernet al enrutador de la casa para una conexión a internet y la alimentación eléctrica mediante un puerto USB c.

Figura 4.8

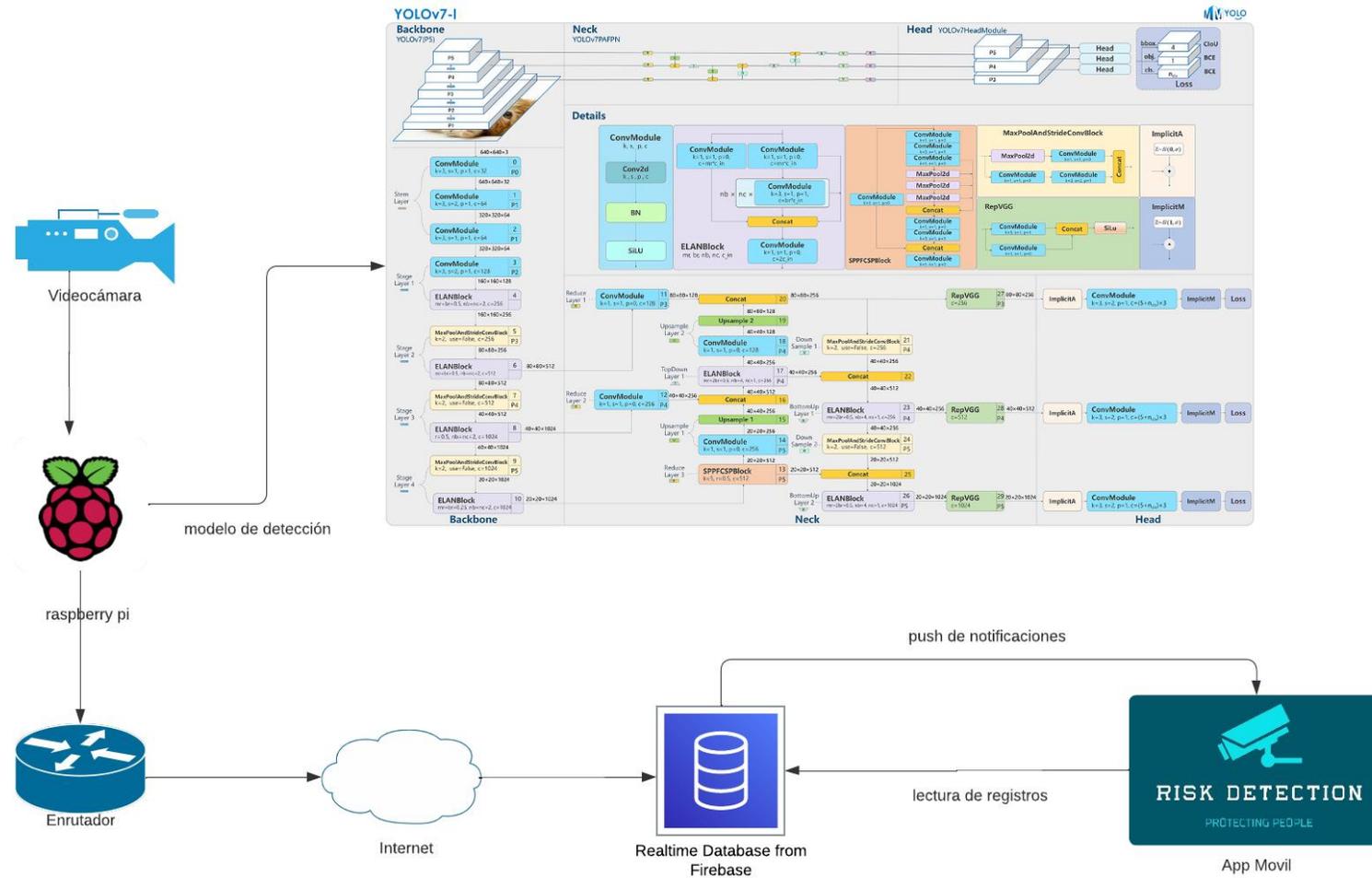
Diagrama de conexión Raspberry pi 4



A continuación, se muestra el diagrama de red y aplicaciones del sistema de notificaciones (Véase la Figura 4.9). Como se puede observar el sistema estará compuesto de la interfaz del modelo de detección de accidentes dentro del dispositivo *Raspberry pi*, el cual estará conectado a la red de internet del hogar y por medio de un *push* de datos enviará la información necesaria a la base de datos de *firebase* además de las notificaciones mediante *firebase messaging*, el componente de base de datos se encarga del almacenamiento de la información histórica y *frames* de reconocimiento de los accidentes, por último la aplicación, es la que recibirá las alertas en forma de notificaciones para que el usuario final pueda observar en tiempo real el accidente que sucedió en el hogar del adulto mayor.

Figura 4.9

Diagrama de red, sistema de notificación



4.4.1 Configuración:

Se presentan la configuración de las herramientas usadas para el sistema, podemos observar el módulo de *Realtime Database* de *Firebase* para el almacenamiento de datos (Véase la Figura 4.10), el módulo de autenticación de *Firebase* (Véase la Figura 4.11), Aplicación móvil “*Risk Detection*” (Véase la Figura 4.12) y el modelo de *Deep learning* para la detección de caídas (Véase la Figura 4.13).

Figura 4.10

Jerarquía de datos Firebase

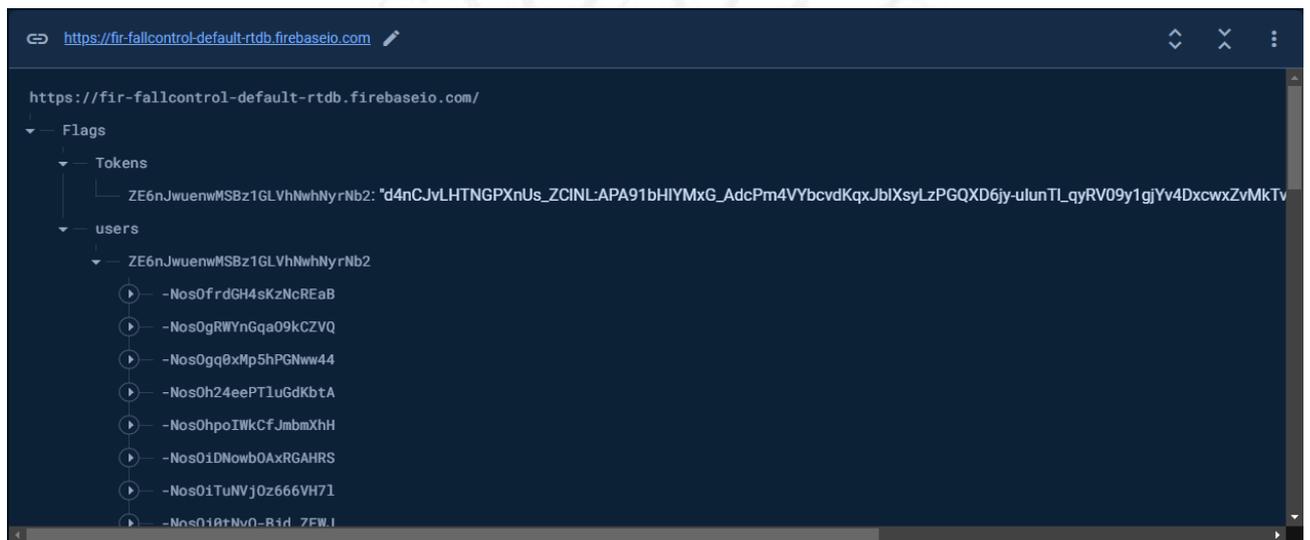


Figura 4.11

Módulo de autenticación Firebase

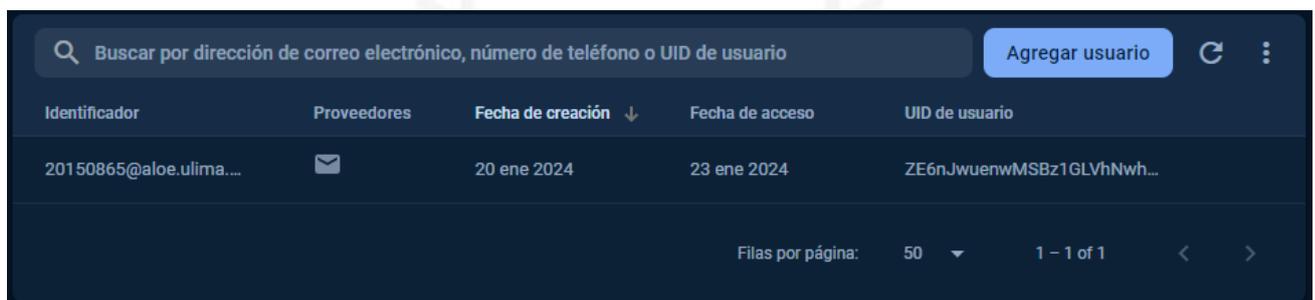


Figura 4.12

Índice de la aplicación móvil "Risk detection"

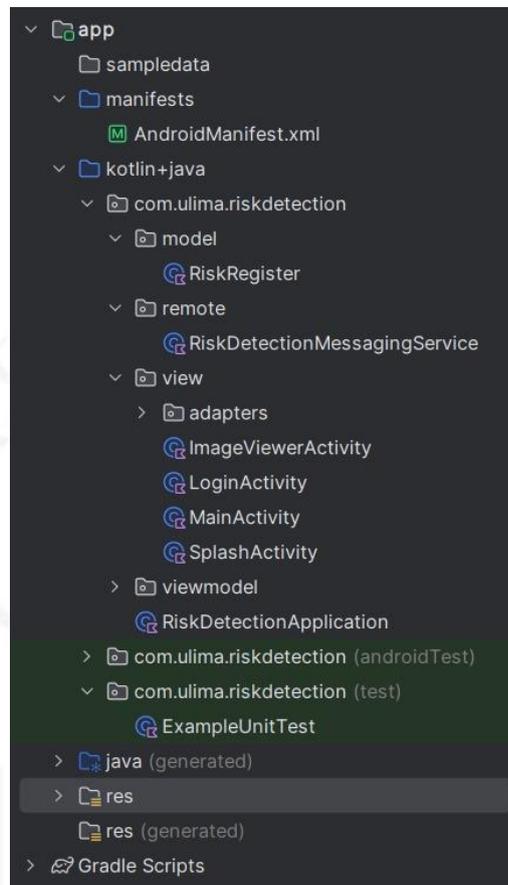


Figura 4.13

Índice del modelo de detección de caídas y librerías importadas

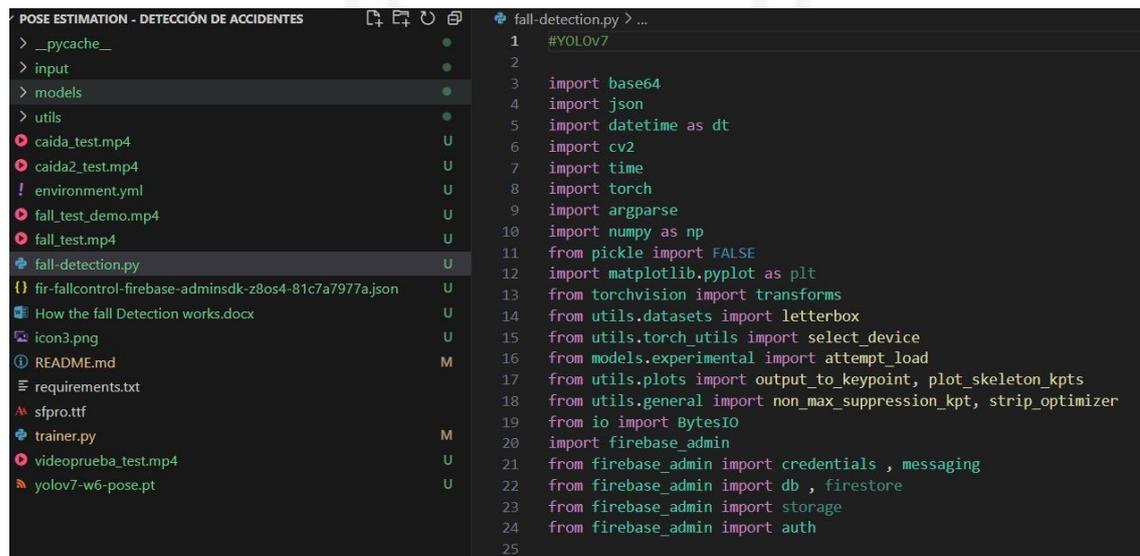
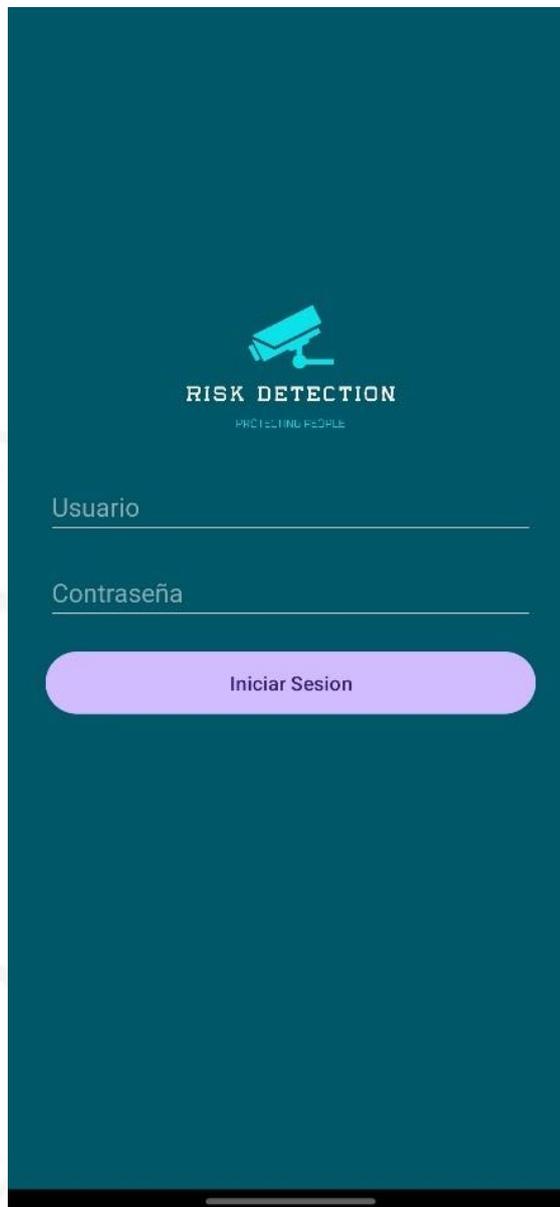


Figura 4.14

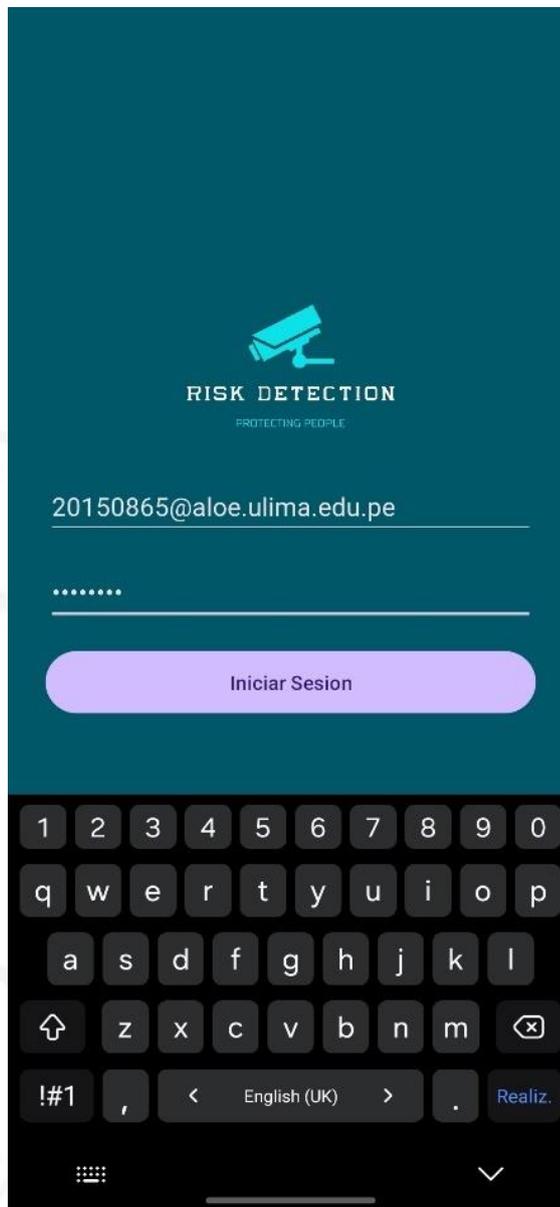
Aplicación Móvil "Risk Detection"



Pantalla de *Login* de la aplicación móvil “*Risk Detection*” para usuarios que no iniciaron sesión en la misma, sino cargará automáticamente sesión iniciada (Véase la Figura 4.14).

Figura 4.15

Login de la aplicación



Control de autenticación de la aplicación móvil para usuarios que no iniciaron sesión, el usuario debe estar registrado en el módulo de autenticación de *Firebase* (Véase la Figura 4.15).

Figura 4.16

Listado de frames de alerta



RISK DETECTION	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:22.517735	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:25.443569	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:26.090379	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:26.722303	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:27.345994	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:27.924129	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:28.550080	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:29.181424	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:29.776429	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:30.171939	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:30.792076	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:31.449053	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:32.122124	
Accidente registrado: 2024-01-21T23:05:32.748105	

Listado de *frames* reconocidos como accidentes, los cuales indican fecha y hora del suceso (Véase la Figura 4.16).

Figura 4.17

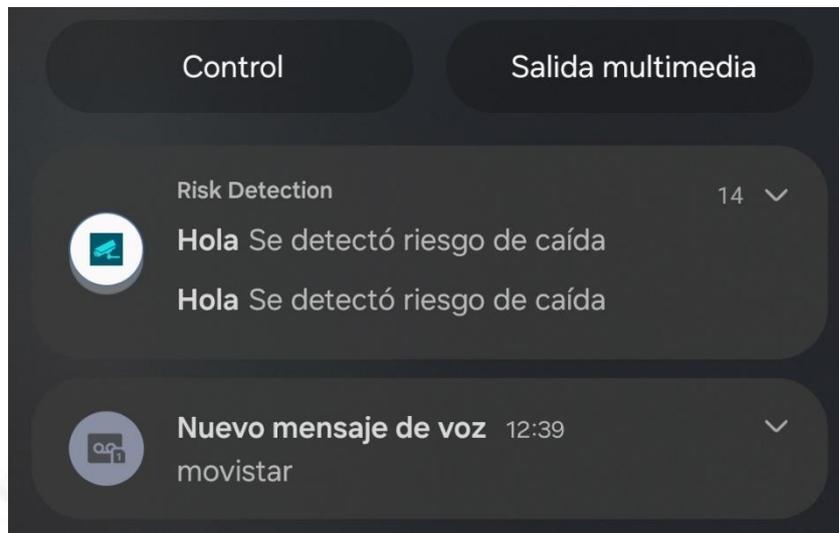
Ejemplo de frame de alerta de accidente



Frame de visualización del suceso de accidente, al seleccionar el registro que se deseó ver (Véase la Figura 4.17).

Figura 4.18

Ejemplo de notificación de accidente



Se muestra las notificaciones correspondientes a cada *frame* detectado por el modelo (Véase la Figura 4.18).

La aplicación móvil cumple con las especificaciones relacionadas previamente, para que se pueda notificar en tiempo real cualquier accidente que pueda ocurrir o tener el adulto mayor (Véase la Figura 4.14 a 4.18).

4.4.2 Validación del producto:

Mediante breves entrevistas se consultó sobre el sistema y que tan factible sea que el usuario pueda usarlo, se comentó lo siguiente:

- La aplicación brinda información concisa y puntual sobre los accidentes.
- Al notificar los *frames* de reconocimiento de caída el usuario nota más rápidamente el accidente que ocurre.
- Se indicó que es de fácil acceso y comprensión para el usuario.
- Se recibió como sugerencia una opción de transmisión de video en tiempo real.

Por otra parte, se realizó la evaluación a 10 posibles usuarios mayores de 18 años que cuentan con familiares mayores de 70 años, se realizó mediante un cuestionario de *System Usability Scale* (SUS) donde se alcanzó un puntaje promedio de 74.25 puntos lo que significa que el nivel de aceptación del sistema es bueno y que tiene un buen nivel de usabilidad (Véase la Tabla 4.2).

Tabla 4.2*System Usability Scale*

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	SUS Score final
Usuario 1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100
Usuario 2	5	3	5	4	5	3	2	3	5	4	62,5
Usuario 3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	55
Usuario 4	5	1	5	3	5	1	4	1	4	1	90
Usuario 5	4	3	5	3	4	2	5	2	4	3	72,5
Usuario 6	5	4	5	2	5	2	5	1	5	1	87,5
Usuario 7	4	3	5	4	5	1	5	1	5	1	85
Usuario 8	3	4	2	2	2	2	4	4	4	3	50
Usuario 9	4	4	3	3	5	2	4	2	5	3	67,5
Usuario 10	4	2	3	4	5	2	4	2	5	2	72,5
Total											74,25

Nota. La tabla corresponde al método de *testing* de productos para el mercado SUS para el sistema “*Risk detection*”, adaptado de (Grier, R.A et al., 2013).

CONCLUSIONES

- Se puede concluir que el sistema desarrollado es deseable por los usuarios debido a que existe demanda potencial y un amplio mercado que se puede obtener debido a que aún no existen soluciones netamente enfocadas en los integrantes del hogar. Las entrevistas nos indican que es un buen método de control del bienestar de los ancianos en el hogar.
- Al seguir el modelo *Design Thinking*, el proceso de desarrollo se agilizó debido a que se partieron de las entrevistas para poder definir la necesidad del usuario, seguido de la idealización y el diseño de la solución y se culminó con el desarrollo del producto.
- Esta primera versión del sistema utilizó lenguajes de programación bastante conocidos como son *Python* y *Kotlin*. Además, la aplicación móvil fue diseñada para el sistema operativo Android que es el más usado dentro del grupo objetivo, por otra parte, se utilizaron módulos de *Firebase* debido a que la integración viene a ser más rápida y no requiere de mucha inversión.
- Podemos concluir que la rentabilidad del proyecto es buena debido a que se realizó el flujo de caja y se cierra el primer año de ventas con un monto de S/1,130,248.61 para una población de 6,646 usuarios por un contrato de 1 año. Además, se cuenta con el VAN de S/2,055,342.38 y el TIR es igual a 21,86%.
- Se encuentra el modelo efectivo en la detección de caídas y notificación de estas mediante el aplicativo móvil, sin embargo, hace falta la profundización en el análisis de gravedad de la caída reconocida.
- Finalmente, podemos concluir que el sistema de notificaciones ayuda a los adultos mayores y a los familiares interesados en el control de bienestar de los primeros mencionados, debido a que mejora el tiempo de respuesta ante un incidente que pueda ocurrir cuando el adulto mayor se encuentra solo.

RECOMENDACIONES

- Como primera recomendación sería implementar más funciones de las que actualmente tenemos en la aplicación para poder cubrir necesidades secundarias en los usuarios, tales como poder ver el *streaming* en vivo, incluir la pasarela de pago en la propia aplicación, entre otros.
- También se recomienda generar alianzas estratégicas con centros de salud, como clínicas, hospitales, etc. Esto con el fin de no enviar las alertas de accidentes solo a los usuarios interesados, sino que a su vez se pueda enviar la alerta al centro de salud y se pueda atender el accidente con mucha más prontitud.
- Por otra parte, se recomienda el uso de políticas de seguridad y privacidad, además del manejo de la información para que se pueda tener un correcto control de la seguridad de la información.
- También es recomendable, en cuanto se genere un crecimiento importante en las ventas generadas, implementar servicios adicionales como predicción de accidentes, *data analytics*, entre otros para poder manejar de una manera más eficiente la información recolectada.
- Finalmente, se recomienda la implementación de la aplicación móvil en el sistema operativo de iOS para poder abarcar una mayor cantidad de usuarios y generar un alcance mayor del sistema.

LISTADO DE ACRÓNIMOS

- **MVP:** Producto Mínimo Viable.
- **INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- **IoT:** Internet de las cosas.
- **YOLO:** *You Only Look Once*.
- **WEARABLE:** Dispositivo tecnológico que se puede usar como accesorio.
- **IGV:** Impuesto General a las Ventas.
- **SCRUM:** Marco de gestión de proyectos y metodología ágil.
- **INDECI:** Instituto Nacional de Defensa Civil.
- **SISMATE:** Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencias.
- **CNN:** *Convolutional Neural Network* (Redes Neuronal Convolutacional).
- **SUS:** *System Usability Scale*.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **IMC:** Índice de Masa Corporal.
- **DA:** *Data Analytics*.
- **AmI:** *Ambient Intelligence*.

BIBLIOGRAFÍA

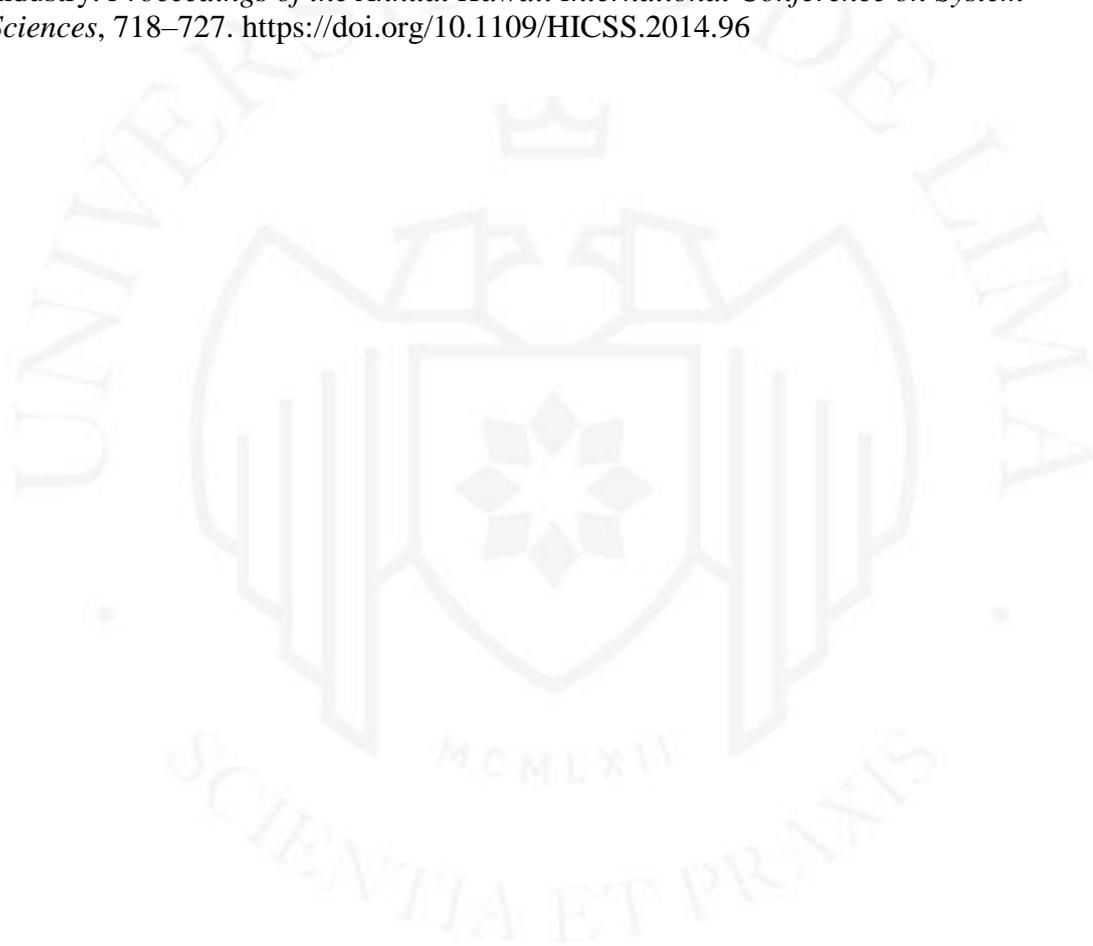
- Al-Dalahmeh, M. A., Al-Shamaileh, O., Aloudat, A., & Obeidat, B. Y. (2018). The viability of Mobile Services (SMS and cell broadcast) in emergency management solutions: An exploratory study. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 12(1), 95–115. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i1.7677>
- Alzheimer's Association. (2024). *¿Qué es el Alzheimer? El Alzheimer y La Demencia*. <https://www.alz.org/alzheimer-demencia/que-es-la-enfermedad-de-alzheimer>
- Amazon Web Services. (2023). *¿Qué es la arquitectura basada en eventos? Sistemas desacoplados que se ejecutan en respuesta a eventos*. <https://aws.amazon.com/es/event-driven-architecture/>
- Amit S. Rodge, Chandan Pramanik, Joy Bose, & Sandeep Kumar Soni. (2014). *Multicast Routing with Load Balancing Using Amazon Web Service*. <https://doi.org/10.1109/INDICON.2014.7030543>
- Andrade, H., Sinche, S., & Hidalgo, P. (2021). Modelo para detectar el uso correcto de mascarillas en tiempo real utilizando redes neuronales convolucionales. *Revista de Investigación En Tecnologías de La Información*, 9, 111–120. <https://doi.org/10.36825/RITI.09.17.011>
- Aucar, B., & Rocha, E. (2020). Professional identities, agencies and business models: Notes on the history of advertising in Brazil. *Contratexto*, 34, 207–224. <https://doi.org/10.26439/contratexto2020.n034.4873>
- Bedoya-Gelpud, G. A., Muñoz-Plaza, A. T., Mayor-Cordoba, L. F., Moreno-Drada, J. A., & Gutierrez-Quiceno, B. (2023). Condiciones de salud bucodental en personas adultas mayores con enfermedad de Alzheimer: Scoping Review. *Entramado*, 20(2). <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.9342>
- Borja Santillán, M. A., Toasa Carrillo, A. S., Rodríguez Panchana, A. E., & Prieto Ulloa, M. G. (2021). Accidente cerebrovascular y complicaciones en adultos mayores hospital León Becerra, Milagro - Ecuador. *RECIMUNDO*, 5(1), 4–16. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(esp.1\).nov.2021.4-16](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(esp.1).nov.2021.4-16)
- Camarena, F., Chang, L., & Gonzalez-Mendoza, M. (2018). Mejoras al algoritmo de trayectorias densas para el reconocimiento de acciones en video (Improvements to the Dense Trajectories Algorithm for Action Recognition). In *Research in Computing Science* (Vol. 147, Issue 7).
- Carmen Tapia. (2017). Plan para reducir el impacto de las fracturas de cadera. *Plan Para Reducir El Impacto de Las Fracturas de Cadera*. <https://www.diariodeleon.es/articulo/sociedad/plan-reducir-impacto-fracturas-cadera/201710100600001715649.html>
- Caro-Cortes, M. F., & Parrado-Pinto, K. J. (2022). Personas adultas mayores y cuidadores en tiempo de pandemia por COVID-19 en el continente americano: perspectiva desde salud. *Boletín Semillero de Investigación En Familia*, 3(2). <https://doi.org/10.22579/27448592.831>
- Castañeda, M. G. R., Gómez, J. M., Avellaneda, L. S. E., Caballero, L. G. R., & Delgado, J. C. S. (2019). *Condición física funcional y riesgo de caídas en adultos mayores*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:171627745>
- Chen, J., Chiang, M., Erman, J., Li, G., Ramakrishnan, K. K., & Sinha, R. K. (n.d.). *Fair and Optimal Resource Allocation for LTE Multicast (eMBMS): Group Partitioning and Dynamics* *.
- Costa Aponte, F., Sánchez Aguilar, A., Hidalgo Calle, N., Benavides Rullier, H., Dávila Tanco, E., Berrocal Montoya, L., Valenzuela Yasalde, M., Manayay Guillermo, E.,

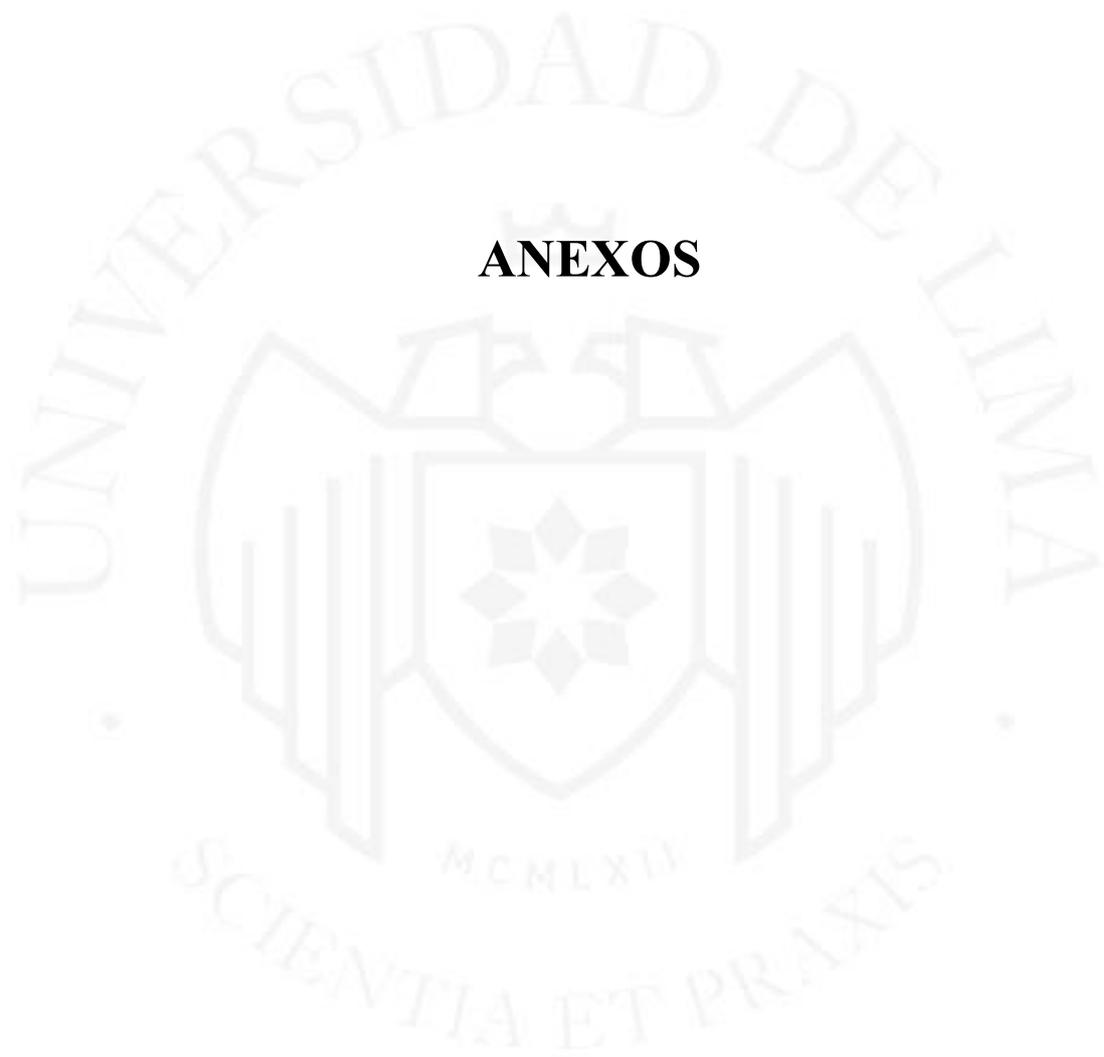
- Huerta Rosales, L., Mendoza Barrientos, P., Reto Nuñez, P. E., & Montero Khang, M. (2018). *Adultos mayores de 70 y más años de edad, que viven solos*.
- Costa Gameiro, D. (2015). *Efecto de la vitamina D sobre el rendimiento físico en ancianos frágiles institucionalizados* [Universidad de Salamanca].
<https://doi.org/10.14201/gredos.128131>
- Enrique Sucar, L., & Giovani Gómez, M. (n.d.). *Visión Computacional*.
- Euromonitor International. (2020). *AGEING MATTERS: THE FUTURE OF OLDER POPULATIONS*.
- Firestore. (2024). Retrieved March 08, 2024, from <https://firebase.google.com/pricing>.
- Fluvio Torno, L., Fernandes Santos, A., Lopes de Souza, H. J., Torno, S., & Torno, D. (2022). *COLLECTION: APPLIED MECHANICAL ENGINEERING*.
- Grier, R. A., Bangor, A., Kortum, P., & Peres, S. C. (2013). The System Usability Scale: Beyond Standard Usability Testing. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 57(1), 187-191. <https://doi.org/10.1177/1541931213571042>
- Hospital privado universitario de cordova. (2024). *PROGRAMA INFORMATIVO: ¿CÓMO PREVENIR LAS CAÍDAS EN ADULTOS MAYORES? ¿CÓMO PREVENIR LAS CAÍDAS EN ADULTOS MAYORES?* <https://hospitalprivado.com.ar/programa-de-prevencion/-como-prevenir-las-caidas-en-adultos-mayores-.html>
- Humayun, M., Sujatha, R., Almuayqil, S. N., & Jhanjhi, N. Z. (2022). A Transfer Learning Approach with a Convolutional Neural Network for the Classification of Lung Carcinoma. *Healthcare (Switzerland)*, 10(6).
<https://doi.org/10.3390/healthcare10061058>
- IBM. (2023a). *¿Qué es la visión artificial?* <https://www.ibm.com/mx-es/topics/computer-vision>
- IBM. (2023b). *¿Qué son las redes neuronales convolucionales?* <https://www.ibm.com/es-es/topics/convolutional-neural-networks>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2011). *Wireless Sensors Network Based Safe Home to Care Elderly People: A Realistic Approach*. IEEE.
- Instituto Nacional De Estadística e Informática. (2020). *Situación de la Población Adulta Mayor*. 02(2020), 1–55.
- Instituto Nacional De Estadística e Informática. (2022). *El 72,5% De la Población de 6 y Más Años de Edad del País Accedió a Internet en el Primer Trimestre de 2022*. *Nota de Prensa INEI*.
- Instituto Nacional de Salud. (2018). Fragilidad: Epidemia silenciosa que ataca a los adultos mayores. *EL FIRME DE LA SALUD*, 01(2018), 4–5.
- Ismael Orozco, C., Xamena, E., Elena Buemi, M., & Jacobo Berlles, J. (2020). *Human Action Recognition in Videos using a Robust CNN LSTM Approach (Reconocimiento de Acciones Humanas en Videos usando una Red Neuronal CNN LSTM Robusta)*. 23–36.
- Joel Tirado Reyes, R., Rosalia Silva Maytorena, M., Roberto Garay Nunez, J., Isabel Acosta Ríos, M., Alexia Gabriela Aguirre Zazueta, B., & Gabriela Ontiveros Herrera, B. (2023). *Deterioro cognitivo y riesgo de caídas en adultos mayores en Culiacán Sinaloa México*.
- Koushik, J. (2016). *Understanding Convolutional Neural Networks*.
<http://arxiv.org/abs/1605.09081>
- Kukil, & Vikas Gupta. (n.d.). *YOLOv7 Pose vs MediaPipe in Human Pose Estimation*. LearnOpenCV. Retrieved February 1, 2024, from <https://learnopencv.com/yolov7-pose-vs-mediapipe-in-human-pose-estimation/>.
- Kurnianingsih, K., Edi Nugroho, L., Widyawan, W., Lazuardi, L., Ferdiana, R., & Selo, S. (2014). *Contempo: A Home Care Model to Enhance the Wellbeing of Elderly People*.
https://doi.org/10.0/Linux-x86_64

- Kwon, D., & Kim, D. K. (2019). Optimal resource allocation for a single-cell multicast transmission scheme with a supplementary multicast channel. *Electronics (Switzerland)*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/electronics8060704>
- La Cámara. (2023). *El MTC inicia envío de mensajes de alerta de prueba para casos de desastres naturales*. <https://lacamara.pe/el-mtc-inicia-envio-de-mensajes-de-alerta-de-prueba-para-casos-de-desastres-naturales/>
- Long, X., Deng, K., Wang, G., Zhang, Y., Dang, Q., Gao, Y., Shen, H., Ren, J., Han, S., Ding, E., & Wen, S. (2020). *PP-YOLO: An Effective and Efficient Implementation of Object Detector*. <http://arxiv.org/abs/2007.12099>
- López Rubio, A., Saucedo Moreno, E. M., Valdés Medina, S. G., & Garza de Zamacona, R. (2022). Prevalencia de fracturas en adultos mayores Hospital Angeles Mocel. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 20(3), 250–254. <https://doi.org/10.35366/105728>
- Maldonado Maldonado, D. A., Meza Calvache, J. M., Gutiérrez Paneluisa, C. A., Simbaña Arteaga, M. D., Paredes Cerón, J. M., & Tinillo Chasi, E. A. (2023). Fracturas de cadera en adultos mayores: un enfoque actualizado sobre su manejo. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(4). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i4.1220>
- Mamani, F. (2018, August 28). *Personas Adultas Mayores en el Perú y la necesidad de garantizar sus derechos*. <https://idehpucp.pucp.edu.pe/notas-informativas/personas-adultas-mayores-en-el-peru-y-la-necesidad-de-garantizar-sus-derechos-por-francisco-mamani/>
- Manera, J. F., Vainstein, J., Delrieux, C., & Maguitman, A. (2013). Reconocimiento de Acciones en Videos de Tenis usando Flujo Óptico y CRF. *Workshop de Investigadores de Ciencias de La Computación, XV*.
- Marcuzzo, I. M. (2016). *Firma Digital: propuesta de un sistema de notificaciones electrónicas para el Honorable Tribunal de Cuentas de la provincia de Buenos Aires*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:164339376>
- Marín, W., Mondragón, I. F., & Colorado, J. D. (2022). *Sistema de visión por computadora para la identificación de palma amazónica y el estado de madurez de sus frutos mediante navegación aérea no tripulada UAV*.
- MedlinePlus. (n.d.). *Accidente cerebrovascular*. Retrieved January 28, 2024, from <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000726.htm>
- Mercado Libre (2024). Raspberry Pi 4 Modelo B 4gb Ram. Retrieved March 08, 2024, from <https://www.mercadolibre.com.pe/raspberry-pi-4-modelo-b-4gb-ram/p/MPE33005781>
- Mercado Libre (2024). Cámara 2k. Retrieved March 08, 2024, from <https://www.mercadolibre.com.pe/camara-soporte-magnetico-mi-camera-2k-magnetic-mount-white/p/MPE21695688>
- Miguel Ángel Fabra Montaña, Natalia Muñoz Correa, & Marisol Gómez Ramírez. (2017). SISTEMA DE NOTIFICACIONES INFORMATIVAS EN TIEMPO REAL ACERCA DEL ÍNDICE DE RAYOS ULTRAVIOLETA EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI. *UVINFO. Sapientia*, 9, 6–14.
- Miguel De la Vega Polanco. *Bolsa de Valores de Lima: oportunidades para inversionistas de todo tamaño*. Diario el Peruano. (2024). Retrieved March 08, 2024, from <https://www.elperuano.pe/noticia/234626-bolsa-de-valores-de-lima-oportunidades-para-inversionistas-de-todo-tamano>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2024). MEF coloca bonos soberanos a tasas de rendimiento históricamente bajas. Retrieved March 08, 2024, from https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101108&view=article&catid=100&id=3035&lang=es-ES

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2019). *Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencias: Anexo Técnico*.
- Murillo Chavez Javier André (2019) Brace yourselves! La videovigilancia ya viene»: situación de la videovigilancia en el ordenamiento jurídico peruano. *Revista de la Facultad de Derecho, Derecho PUCP*, 134-136.
- Nieto, A. A. M. (2016). *El nuevo sistema de notificaciones electrónicas*.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:186121324>
- Oyarzo Saldivia, R. K., Ojeda, S., & Ivanissevich, M. L. (2020). Envejecimiento y Enfermedades Respiratorias en las Personas Adultas Mayores. El caso de un centro de jubilados de Río Gallegos. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 12(3), 166–193.
<https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v12.n3.747>
- Palacio, P., & Lis, A. (n.d.). *El sistema de notificaciones en el proceso de restricción a la capacidad de las personas*.
- Pegorari, M. S., & Tavares, D. M. dos S. (2014). Factors associated with the frailty syndrome in elderly individuals living in the urban area. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 22(5), 874–882. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.0213.2493>
- Pérez Molinet, A., Hernández Montero, F. E., Arencibia Castellanos, G., & Rodríguez, J. R. (2021). Estimación de la posición a través de IMU basada en la detección de periodos de estabilidad durante la marcha. *Orange Journal*, 3(5), 16–29.
<https://doi.org/10.46502/issn.2710-995x/2021.5.03>
- Pérez, R. M., Arias, J. S., & Porras, A. M. (n.d.). *Introducción al Aprendizaje Automático con YOLO Introduction to Machine Learning with YOLO*.
<https://developer.nvidia.com/cuda->
- Raneros Rozada, S. (2021). *Estudio de la arquitectura YOLO para la detección de objetos mediante deep learning*.
- Red Hat. (2023, June 9). *¿Qué es la arquitectura basada en eventos?*
<https://www.redhat.com/es/topics/integration/what-is-event-driven-architecture>
- Ritesh Kanjee. (n.d.). *Augmented startups*.
- Salgado, Y., & Barranco Gutiérrez, A. (2016). *Detección de cuchillos con cámaras de video vigilancia en interiores*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33106.48326>
- Sánchez, A. A., Guerrero, E. G., & Barreto, L. E. (2019). Integrated computer model of AMI-IoT-DA for care of elderly people living alone. *Revista Colombiana de Computación*, 20(1), 59–71. <https://doi.org/10.29375/25392115.3607>
- Sánchez Aguilar, A., Hidalgo Calle Héctor Benavides Rullier Responsables Elva Dávila Tanco Ana Naupari Rivas Prudencia Javier Rimey, N., & Casaretto Fonseca Diagramación César Zambrano Durán Diseño de Carátula César Zambrano Durán, F. (2016). *Situación de Salud de la Población Adulta Mayor*.
- Skinner, H. (n.d.). *Diagnóstico y tratamiento ortopedia 5ta edición*.
- techvidvan. (n.d.). *Human Pose Estimation using OpenCV & Python*. Techvidvan. Retrieved January 30, 2024, from <https://techvidvan.com/tutorials/human-pose-estimation-opencv/>.
- The power MBA. (2023). *Cómo calcular el tamaño de mercado: TAM SAM SOM*.
<https://www.thepowermba.com/es/blog/como-calcular-el-tamano-de-mercado-tam-sam-som>
- Ubalde, & Sebastián. (2016). *Reconocimiento de acciones en videos de profundidad*.
- Velázquez, V., & Carlos, R. (2019). *Proyecto de intervención: “Actividades preventivas y de atención de enfermedades crónicas. El caso de las personas adultas mayores del grupo Santa Rosa de Lima.”* <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:195404036>
- Verisure. (n.d.). *Verisure Smart Alarm*. Retrieved January 7, 2024, from <https://www.verisure.pe/servicios>.

- Wang, C.-Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H.-Y. M. (2022). *YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors*. <http://arxiv.org/abs/2207.02696>
- Wang, C.-Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H.-Y. M. (2023). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*.
- Wang, C.-Y., Liao, H.-Y. M., & Yeh, I.-H. (2023). Designing Network Design Strategies Through Gradient Path Analysis. *Journal of Information Science and Engineering*.
- Wang, J., Wang, D., & Liu, Y. (2016). Weighted Sum Rate-Based Coordinated Beamforming in Multi-Cell Multicast Networks. *IEEE Communications Letters*, 20(8), 1567–1570. <https://doi.org/10.1109/LCOMM.2016.2570753>
- Zolnowski, A., Weiß, C., & Böhm, T. (2014). Representing service business models with the service business model canvas - The case of a mobile payment service in the retail industry. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 718–727. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.96>





ANEXOS

Aplicación móvil de alertas de accidentes caseros en adultos mayores basado en modelos de Deep Learning

ORIGINALITY REPORT

14%	13%	3%	5%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad de Lima Student Paper	2%
2	repositorio.ulima.edu.pe Internet Source	1%
3	repositorioacademico.upc.edu.pe Internet Source	<1%
4	www.coursehero.com Internet Source	<1%
5	hdl.handle.net Internet Source	<1%
6	contenidos.ulima.edu.pe Internet Source	<1%
7	www.slideshare.net Internet Source	<1%
8	repositorio.unfv.edu.pe Internet Source	<1%
9	uvadoc.uva.es Internet Source	<1%