



Pontificia Universidad | Sede
Católica del Ecuador | Ambato

ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

Tema:

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LOCALIZACIÓN DE ADULTOS MAYORES
MEDIANTE UN DISPOSITIVO IMPLANTADO EN PRENDAS DE VESTIR**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero de
Sistemas y Computación**

Línea de Investigación:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

Autora:

Rocío Elizabeth Lema Toapanta

Director:

Mg. José Marcelo Balseca Manzano

Ambato – Ecuador

Mayo 2021

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO
HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LOCALIZACIÓN DE ADULTOS MAYORES
MEDIANTE UN DISPOSITIVO IMPLANTADO EN PRENDAS DE VESTIR**

Línea de Investigación:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

Autora:

ROCÍO ELIZABETH LEMA TOAPANTA

José Marcelo Balseca Manzano, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Galo Mauricio López Sevilla, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Liliana del Rocío Mena Hernández, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

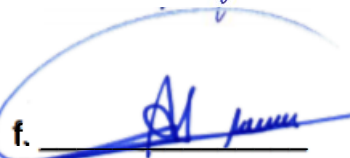
Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.

DIRECTOR ESCUELA DE SISTEMAS

f. 

Hugo Rogelio Altamirano Villaroel, Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. 

Ambato – Ecuador

Mayo- 2021

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, **Rocío Elizabeth Lema Toapanta**, con **CC. 1804451274**, autora del trabajo de graduación intitulado: “**APLICACIÓN MÓVIL PARA LOCALIZACIÓN DE ADULTOS MAYORES MEDIANTE UN DISPOSITIVO IMPLANTADO EN PRENDAS DE VESTIR.**”, previa a la obtención del título profesional de **Ingeniera en Sistemas y Computación** en la escuela de **Ingeniería en Sistemas**.

1. Declaro pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Escuela Superior del Ecuador para la difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE – Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, mayo 2021



ROCÍO ELIZABETH LEMA TOAPANTA

CC. 1804451274

AGRADECIMIENTO

A Dios por prestarme salud, vida y una palabra de aliento que es, *“Aunque pases por el valle de sombra de muerte no temerás mal alguno porque Jehová tu Dios estará contigo”*.

A mis padres Patricio y Blanca por el apoyo incondicional, consejos, regaños y ejemplo de vida para siempre sobresalir en adelante. A mis hermanos Jonathan y Danny por ser mi fuerza para no desmayar en esta travesía de la universidad. Gracias a mis abuelitos sus consejos y sabiduría que me han transmitido.

A mi mejor amiga Vanessa González, quien siempre me ha apoyado incondicionalmente, además de proporcionar palabras de aliento para no decaer, para seguir adelante y sea perseverante en culminar mis estudios.

Un agradecimiento especial a mi tutor Ing. José Marcelo Balseca Manzano, por brindarme su apoyo en este proyecto de investigación, a mis maestros por impartir su sabiduría y conocimientos para formarme como un gran profesional.

Hasta ahora no ha sido sencillo el camino, pero gracias al apoyo, paciencia y bondad de todos mis familiares, amigos y compañeros de clase, lo complicado de cumplir esta meta se ha vuelto menos y no queda más que decir un Dios le pague.

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado a mis padres, quienes hicieron todo lo humanamente posible para culminar esta meta además de inculcarme valores y a mi pequeño Danny quien con sus travesuras y sonrisas ha borrado mis tristezas y problemas.

RESUMEN

El cuidado de los adultos mayores, así como también, la mejora de su estilo de vida es un factor de importancia en la sociedad actual. Es por esta razón que en este proyecto, se presenta el desarrollo de un sistema de localización impregnado en una prenda de vestir que envía información a una aplicación móvil desarrollada en *Android Studio*. Esta aplicación, mediante el envío de un mensaje de texto hacia el dispositivo de localización que porta el adulto mayor; permite la recepción de la posición en tiempo real de la persona.

El sistema electrónico insertado en una prenda de vestir cuenta con un microcontrolador, el cual gestiona la recepción de la señal *GPS (Global Positioning System)* y envía un mensaje de texto con las coordenadas; el sistema incorporado en la prenda de vestir cuenta con carga inalámbrica, para facilitar el manejo del dispositivo por parte del usuario final (adulto mayor).

Palabras Clave: *GPS*, aplicación móvil, microcontrolador, carga inalámbrica.

ABSTRACT

Caring for elderly, as well as improving their lifestyle is an important factor today's society. It is for this reason that this project presents the development of a impregnated located system in clothing stuff that sends information to a mobile application developed in Android Studio. This application sends a text message to the location device carried by the elderly, receiving the person's position in real time.

The electronic system inserted in a garment has a microcontroller, which manages the reception of the GPS (Global Positioning System) signal and sends a text message with the coordinates; the system incorporated in the garment has wireless charging, to facilitate the handling of the device by the end user (elderly).

Keywords: GPS, mobile Application, microcontroller, wireless charging.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA	6
1.1 Ámbitos del Adulto Mayor	6
1.2 Acercamiento a las herramientas tecnológicas	9
1.3 Desarrollo de <i>APP</i> móviles	15
1.4 Sistemas portables de geolocalización	21
CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	27
2.1. Metodología de Investigación	27
2.2. Metodología de Desarrollo	46
2.3. Desarrollo del proyecto en base a la metodología.	57
CAPITULO III. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
3.1. Implementación del dispositivo	74
3.2. Análisis de resultados	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
4.1. Conclusiones	82
4.2. Recomendaciones	83
BIBLIOGRAFÍA	84

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1.1. Sistema de Integración IoT	10
Imagen 1.2. Arquitectura IoT	12
Imagen 1.3. Google Maps	16
Imagen 1.4. Famili Locator	16
Imagen 1.5. Spyzie aplicación	17
Imagen 1.6. Tweri Alzheimer	18
Imagen 1.7. Hoverwatch.....	18
Imagen 1.8. Find my Friends	19
Imagen 1.9. RescateMe.....	19
Imagen 1.10. Find my iPhone	20
Imagen 1.11. Flexispy.....	20
Imagen 1.12. V-Pet Vodafone.....	22
Imagen 1.13. V-Bag	22
Imagen 1.14. Hangang GPS.....	23
Imagen 1.15. Yepzon.....	24
Imagen 1.16. Citta Trend TK104.....	24
Imagen 1.17. GPS Localizador TK103-2	25
Imagen 1.18. GPS-308	26
Imagen 2.1. Metodología Mobile-D.....	27
Imagen 2.2. Esquema general de funcionamiento del sistema de rastreo	45
Imagen 2.3. Elementos del sistema microcontrolado	47
Imagen 2.4. Elementos del sistema de energía.....	50
Imagen 2.5. Elementos del sistema de carga inalámbrica.....	52
Imagen 2.6. Elementos del dispositivo y sistema de carga.	52
Imagen 2.7. Diagrama para el envío y recepción de mensajes SMS	54
Imagen 2.8. Esquema electrónico de la placa central	56
Imagen 2.9. Esquema PCB de la placa central	57
Imagen 2.10. Creación de Nuevo proyecto	57
Imagen 2.11. Plantilla de proyecto.....	58
Imagen 2.12. Configuración parámetros generales	58
Imagen 2.13. Interfaz inicial del proyecto	59

Imagen 2.14. Ventana de Activity_main.xml	59
Imagen 2.15. Portada de la APP móvil	61
Imagen 2.16. Interfaz gráfica de la aplicación móvil	62
Imagen 2.17. Programación BroadcastReceiver	63
Imagen 2.18. Registro de evento Intent.....	64
Imagen 2.19. ListView para indicar SMS del buzón.....	64
Imagen 2.20. APP móvil widget de SMS recibido.....	65
Imagen 2.21. Separación de contenido del SMS	66
Imagen 2.22. Obtención de coordenadas en APP móvil	66
Imagen 2.23. Inicio de sesión en Google Cloud	67
Imagen 2.24. Clave para SDK de Android.....	68
Imagen 2.25. Clave de Maps en Adroid Studio.....	68
Imagen 2.26. Ventana de Google Maps en APP móvil.....	69
Imagen 2.27. Punto de localización visible en el mapa	70
Imagen 2.28. APP móvil envío de SMS	71
Imagen 2.29. Main Activity.....	71
Imagen 2.30. Método OnClick envió de SMS	72
Imagen 2.31. Fase de Estabilización	73
Imagen 3.1. Elementos del sistema de localización	74
Imagen 3.2. Diseño e implementación carcaza para sim 800L.....	75
Imagen 3.3. Diseño e implementación carcaza para GPS	75
Imagen 3.4. Diseño e implementación carcaza sistema microcontrolado.	76
Imagen 3.5. Dispositivo vestible implementado en bufanda.	76
Imagen 3.6. Distancia entre el receptor y transmisor Qi	78
Imagen 3.7. Adquisición de coordenadas de localización	79
Imagen 3.8. Comparativa de dispositivos de coordenadas de localización.	79
Imagen 3.9. Conversión de unidades geográficas UTM a grados decimales	80
Imagen 3.10. Aplicación desarrollada.....	81

ÍNDICES GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Elementos IoT.....	11
Gráfico 2.1. Rango de edad de personas que cuidan adultos mayores	31
Gráfico 2.2. Genero de la persona a cuidado del adulto mayor	32
Gráfico 2.3. Cuidado de una persona de la tercera edad	33
Gráfico 2.4. Selección de enfermedad o discapacidad	33
Gráfico 2.5. Tipo de discapacidad que tiene la persona de la tercera edad	34
Gráfico 2.6. Enfermedad de personas de la tercera edad	35
Gráfico 2.7. Disponibilidad de un dispositivo móvil propio.....	36
Gráfico 2.8. Utilización de aplicaciones móviles.....	37
Gráfico 2.9. Aplicación móvil para monitoreo de persona de la tercera edad	38
Gráfico 2.10. Funcionalidades de aplicación móvil.....	40

ÍNDICE TABLAS

Tabla 2.1. Pregunta 1 rango de edad	31
Tabla 2.2. Pregunta 5 tipo de discapacidad.....	34
Tabla 2.3. Pregunta 6 Tipo de enfermedad	35
Tabla 2.4. Factibilidad de crear APP móvil de monitoreo de personas.....	38
Tabla 2.5. Características técnicas del Arduino Nano	47
Tabla 2.6. Características técnicas GPS u-blox NEO-6M.....	48
Tabla 2.7. Características técnicas GSM sim800	49
Tabla 3.1. Estado de carga del dispositivo para distintas distancias	78
Tabla 3.2. Comparativa de datos de (localización) en grados decimales.	81

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la tecnología ha evolucionado de forma rápida y eficaz, tanto en el diseño de dispositivos como en el desarrollo de *software*, tal es así que, el uso y desarrollo de aplicaciones para los dispositivos móviles facilita realizar diversas actividades, así como ejercer un mayor control de los procesos, que se ejecutan gracias a su funcionalidad.

Las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), están relacionadas con los cambios sociales y económicos ocasionados por la evolución de la industria tecnológica; tanto en *software* como *hardware*. El uso extendido de las TIC, también, ha tenido una fuerte influencia en el desarrollo de dispositivos para la asistencia a grupos vulnerables; sobre todo las orientadas al área de cuidados para personas de la tercera edad. Este grupo vulnerable es propenso a enfermedades degenerativas que suelen presentarse con el transcurso del tiempo y provocan un daño progresivo tanto de la estructura como de las funciones de células o tejidos.

En la actualidad, varios proyectos e investigaciones, se centran en brindar ayuda a las personas más vulnerables. Una de las herramientas cuyo uso ha sido ampliamente aprovechado, son las aplicaciones móviles, que podrán ser desarrolladas con características específicas para las necesidades que requieran los distintos grupos vulnerables (Salazar, 2011),(Blasco, 2018).

El desarrollo de aplicaciones móviles orientadas a la geolocalización y el rastreo satelital ha tenido un amplio uso en campos como el transporte, logística, milicia, salud, seguridad, etc. Así, en (Ayala Guanina & Segovia Bedón, 2016), se menciona la implementación de una aplicación móvil para la geolocalización de centros de atención médica en conjunto con los profesionales requeridos en las locaciones establecidas. En (Plaza Lopez, 2017), se trata la integración que tienen los sistemas de geolocalización en las aplicaciones móviles de las redes sociales más comunes como: *WhatsApp*, *Google Maps*, *Facebook*, *Messenger*, entre otras.

En el Ecuador, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2006) toma la edad de 65 años en adelante para establecer

la jerarquía a la que pertenecen el grupo de adultos mayores y al establecer la importancia de una jubilación y enfermedades epidemiológicas presentadas por su edad. Las personas longevas necesariamente tienen que obtener apoyo médico, aunque este individuo lo hallen en desamparo, es decir, sin ningún cuidado familiar. Este grupo de personas adultas suelen presentar en ocasiones enfermedades denominadas crónico-degenerativas asociadas con discapacidad tanto física como mental.

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) entre el año 2015 y año 2050, la población adulta a nivel mundial incrementará de un 12% al 22% (OMS, 2018a). Dentro de este grupo de personas mayores a 65 años, existe un porcentaje entre el 4% y el 6% con una posible tendencia a daños neurodegenerativos como: Parkinson, Huntington, demencia senil, esclerosis lateral amiotrófica y efectos psíquicos de una larga duración (Higuera, 2017). Todo esto provoca, que se necesite de asistencia o seguimiento debido a problemas para moverse o valerse por sí solos; por tanto requiere de cuidados domiciliarios o comunitarios en su vida cotidiana.

En (Álvarez, 2015), se menciona que las principales afecciones de un adulto mayor es la demencia senil y el alzhéimer, que podrá provocar el riesgo de pérdida y desorientación por lapsos de tiempos cortos o permanentemente. Por consiguiente, provocan preocupaciones a sus familiares o a terceras personas a cargo de su cuidado.

De este modo, se hace notorio que el uso de las TIC como ayuda al adulto mayor, toma importancia para generar cambios especialmente a nivel de sociedad. Es así como, Alcatel (Moveritix, 2015) presenta diseños de dispositivos móviles para uso exclusivo de personas con edad avanzada, problemas audiovisuales y desorientación, mediante soluciones que facilitan el uso de funcionalidades de un teléfono móvil como: llamadas, mensajes, sonidos, captura de imágenes, etc.

En este contexto existen múltiples soluciones desarrolladas, entre las cuales, se podrán mencionar: *Help Launcher* (ayuda a personas con capacidad visual reducida), *Lumosity* (juegos de memoria y agilidad mental), localizador *GPS* (es un

sistema de posicionamiento global), *Visualfy* (ayuda a personas sordas a adaptar el audio en notificaciones de texto para una sencilla lectura), aplicaciones de recordatorios para tomar medicina, entre otros.(Help Launcher, 2019),(Lumos Labs, 2020) & (Visualfy by Fusió d'Arts, 2020)

Smartphones y dispositivos móviles permiten obtener información de geolocalización, de manera, que se obtenga información precisa de la localización de personas u objetos. De esta manera, se consigue colocar un dispositivo que emita señales de referenciación y que recpte la información en una aplicación móvil que, por ejemplo, pueda trazar rutas recorridas. Esta característica es usada por las grandes empresas para verificar la ruta que siguen sus empleados y determinar si existe un desvío de la ruta habitual.

En este sentido y en base a los antecedentes mencionados, resulta de vital importancia la implementación de un sistema (*hardware* y *software*) que permita obtener la localización del adulto mayor al ver que su integridad pueda considerarse en riesgo.

Situación Problemática

La problemática nace al visualizar los datos tomados del (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2006) el Ecuador toma la edad de 65 años en adelante para establecer la jerarquía a la que pertenecen el grupo de adultos mayores, se establece la importancia de una jubilación y enfermedades epidemiológicas presentadas en ocasiones por su edad, según la Ley del Anciano promulgada en el Registro Oficial 806 de 6 de noviembre de 1991 y Decreto Ejecutivo No. 127 y su registro general en vigencia en el Registro Oficial 961 del 19 de junio de 1992 y Decreto Ejecutivo No. 3437, se toma en cuenta tres aspectos importantes como:

- La edad promedio de expectativa de vida en el ámbito mundial.
- La edad promedio de jubilación mundial.
- La edad promedio de aparición de padecimiento geriátrico.

Por ello, se dice que las personas longevas necesariamente tendrán que obtener apoyo médico, aunque este individuo este en desamparo, con carencia de familiares que lo ayuden, es decir, sin ningún cuidado familiar y este grupo de personas adultas suelen presentar en ocasiones enfermedades denominadas crónico-degenerativas asociadas con mayor discapacidad tanto física como mental, por ello aducen que pocos adultos mayores esten entre un grupo de riesgo producido por el envejecimiento.

Planteamiento del Problema

Debido al envejecimiento que es un proceso natural en las personas, en el Ecuador no llegan a contar con una asistencia para la ayuda a las personas mayores vulnerables, y muchas veces estas personas tienen enfermedades y limitaciones físicas que lastimosamente afectan a su salud y esto hace que muchas familias abandonen. Estas personas, que se ven afectadas por estas enfermedades cerebrales suelen extraviarse y por lo general no son encontradas, es por ello por lo que se propone un sistema de geolocalización en prendas de vestir para ayudar a este sector vulnerable.

Objetivo General

Desarrollar una Aplicación móvil para localización de adultos mayores a través de un dispositivo implantado en una prenda de vestir.

Objetivos específicos

- Realizar la fundamentación teórica acerca del desarrollo de aplicaciones móviles y su comunicación con dispositivos.
- Definir los elementos físicos necesarios para la implementación del dispositivo en una prenda de vestir de un adulto mayor.
- Desarrollar la aplicación móvil que permita la recepción de señales desde el dispositivo.
- Validar la aplicación a través del desarrollo de un prototipo.

Metodología

En esta investigación, se realiza la metodología *Mobile-D*, se compone de fases: exploración, inicialización, fase de producto, fase de estabilización y fase de pruebas. Las ventajas de esta metodología son las siguientes:

- Un costo bajo al realizar un cambio en el proyecto.
- Entrega resultados de manera rápida.
- Asegura el *software* adecuado en el momento adecuado.

Mobile-D tiene el objetivo de ser una metodología de resultados rápidos, con ayudar a grupos de pocas personas o pequeños grupos, los integrantes del grupo tendrán que poseer una habilidad y capacidad similar entre otros.

Justificación

La presente investigación va motivada a trabajar en personas de la tercera edad que comprende o encuentran entre las personas que han cumplido 65 años en adelante. Debido a ello, se da poca atención a estas personas que a su vez llegan a presentar enfermedades degenerativas como alzhéimer, demencia senil problemas auditivos, visuales, entre otros. Para ello, se propone implementar un dispositivo implantado en una prenda de vestir habitual y que no sea fácil de quitársela, este ayudara a localizar y enviar un mensaje de alerta hacia el responsable de la persona, para indicar que el adulto mayor está en movimiento o salió de su área habitual de recorrido.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1 Ámbitos del Adulto Mayor

Las actividades de los adultos mayores han sido un asunto de varias apreciaciones a lo largo del tiempo. En comunidades antiguas de grupos sociales se, consideraba al anciano como un ser extraordinario e incluso en ciertos grupos sociales los adoraban. Esta concepción tiende a considerar al anciano por su sabiduría y experiencia acumulada a través de los años.

Los griegos dieron origen a dos modelos de civilización: la espartana donde el adulto mayor era asumido en alta estima, a tal grado que formaban parte del gobierno y los atenienses, donde el anciano tuvo una condición ambivalente, en ocasiones aceptado en el gobierno y en otras rechazado.

En la República romana, el adulto gozo de unas de las mejores épocas, pues en este tiempo ostentaba las posiciones más altas del poder político, económico y familiar; sin embargo, y debido a la estabilidad social que poseía, el anciano era objeto del odio, desprecio y burla generada por habitantes más jóvenes. (Ramos Franco, Saget Flores, & Ticas Jaimes, 2013)

En los siglos XVII y XVIII los niños, mujeres y adultos mayores no son tomados en cuenta como factores reales de poder o merecedores de consideración. Además, el capitalismo está en auge y los adultos mayores son discriminados por no rendir al ritmo que demanda el nuevo modo de producción, en tal sentido el anciano es frecuentemente encerrado en “casas de retiro”, en el cual, se encuentran habitado por otros grupos segregados, como vagabundos y prostitutas. En el siglo XIX, se diferencia por la pobreza y la riqueza de la clase privilegiada. En el siglo XX, se crea conciencia entre los pueblos sobre las personas de la tercera edad. Entre los años 1918 y 1945, se estudia en profundidad las condiciones sociales, económicas, etc., que presenta un amplio sector poblacional cuya edad rebasa los 60 años.

Afectaciones en la salud del Adulto Mayor

El envejecimiento es un proceso natural, progresivo y heterogéneo en todas las personas, la mayor parte de la población cuenta con una esperanza de vida mayor o igual a 60 años, para el 2020 esta población será superior al de niños menores de cinco años, para el año 2050, el 80% de las personas mayores vivirá en países de ingresos bajos y medianos. Extender los años de vida de las personas mayores podrá ser muy beneficioso para la sociedad, se emprende nuevas actividades, retomar aficiones entre otros (OMS, 2018b).

Existen numerosos factores psicológicos, sociales y biológicos afectan a la salud de los adultos mayores, aparte de los componentes derivados por los síndromes geriátricos, consecuencia de múltiples factores subyacentes que incluyen, entre otros los siguientes: fragilidad, incontinencia urinaria, caídas, estados delirantes, y úlceras por presión. No hay una persona mayor típica, algunos tienen facultades físicas y psíquicas que son envidia a la de algunos veinteañeros, otras personas, en cambio, sufren un deterioro considerable a edades tempranas, las afectaciones corresponden en gran medida a los entornos físicos y sociales de las personas, puesto que esto influye en sus hábitos de salud (OMS, 2018b).

En la actualidad, se conoce más de 600 enfermedades neurológicas que afectan al cerebro, la médula espinal y los nervios, estas patologías afectan al sistema nervioso en funciones muy importantes como (Sanitas, 2020):

- Capacidad de movimiento
- Dificultades en la deglución
- Dificultades respiratorias
- Alteraciones del habla
- Problemas de memoria
- Pérdidas de habilidades cerebrales
- Demencias
- Depresión
- Alteraciones de los sentidos y emociones
- Incremento del riesgo de caídas.

Algunas de estas enfermedades neurológicas son congénitas y corresponden a alteraciones genéticas de nacimiento, muchas otras inician en los adultos entre 30 y 50 años, entre las más frecuentes destacan las siguientes:

- Enfermedad de Alzheimer.
- Enfermedad de Parkinson
- Demencias de origen vascular.
- Otras alteraciones causadas por enfermedades cerebrovasculares.
- Epilepsia
- Neuropatías.
- Traumatismos craneoencefálicos
- Esclerosis múltiple
- Dolor neuropático
- Lesiones cerebrales o metástasis
- Infecciones que afectan al cerebro
- Enfermedades congénitas.

Todas las enfermedades neurológicas consiguen condicionar seriamente la autonomía de las personas mayores, tanto físicas como mentales, esto exige adaptar la vida de sus familiares a los cuidados que necesiten o de ser el caso institucionalizarlos al no poder realizarlo desde casa.

Abandono del Adulto mayor

El hecho de que el adulto mayor conlleva adaptar la vida de los familiares en muchos casos han hecho que éstos abandonen a sus familiares con estas afectaciones, Por ende, se encuentra obligado a ejercer la mendicidad en las calles, al evidenciar la problemática socio jurídica de la vulneración de los derechos del Buen Vivir con consecuencias catastróficas (Alquinga, 2017)

El abandono tanto en hogares como en las calles acarrea problemas significativos a la sociedad es por eso la importancia de las tecnologías de la información y

comunicación (TIC), acceso a la comunicación, información o servicios que desde internet facilitan la vida diaria e incluso servicios sociales o sanitarios prestados en el domicilio (Gobierno de España. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas, 2017)

Es por eso, que se han desarrollado servicios de teleasistencia que contribuyen en parte a la asistencia de los adultos mayes (Solorzano Lescano, 2019), aporta con sistemas tecnológicos para acercar el uso de las TIC a este grupo vulnerable de adultos mayores.

1.2 Acercamiento a las herramientas tecnológicas

En la década del 2000 Kevin Asthon preparaba el concepto de internet de las cosas (*IoT*) mientras trabajaba en la mejora de un negocio mediante la vinculación de la información RFID (identificación por radio frecuencia) a Internet. El concepto era tener todos los objetos de la vida cotidiana estuvieran equipados con identificadores y conectividad inalámbrica estos podrían comunicarse entre sí y ser gestionados por una computadora (Tavizon-Salazar, Guajardo, & Laines, 2016).

En la actualidad, se puede definir al *IoT* como un sistema de dispositivos, maquinas, objetos únicos que tienen la capacidad de transferir datos vía internet (a través de una red), sin requerir de interacciones del humano. Automatizar proceso para conectar al mundo con dispositivos.

Imagen 1.1. Sistema de Integración *IoT*

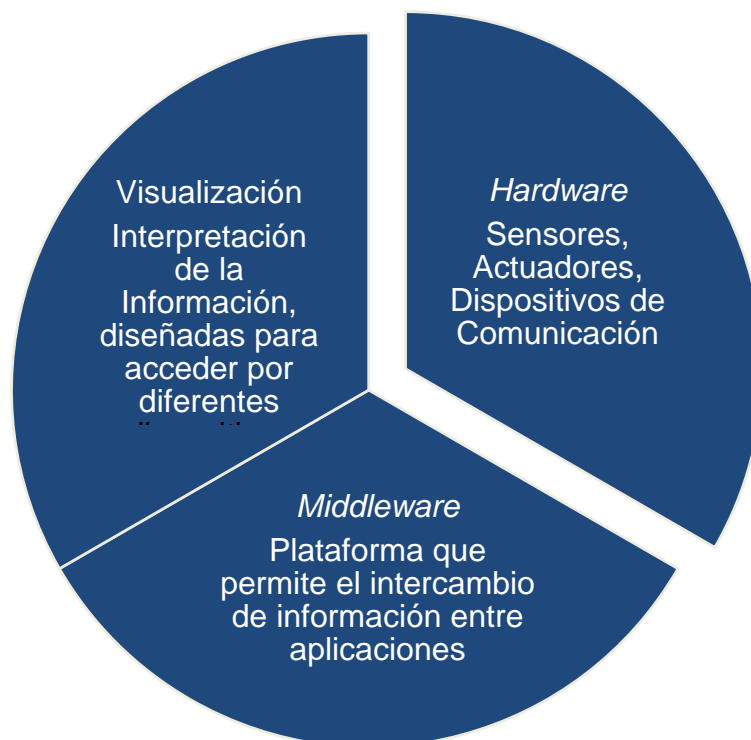


Fuente: (Informesinternet, 2019)

Elementos *IoT*

La primera consecuencia directa del *IoT* es la generación de información, donde cada objeto está conectado a internet o la nube por lo que un volumen de mensajería podría alcanzar entre 1000 a 10000 mensajes por persona al día. El *IoT* podría permitir a las personas y las cosas estar conectadas a cualquier hora en cualquier momento al usar cualquier servicio.

Es por eso, que se define un estándar y elementos claves para la arquitectura de *IoT* según (Tavizon-Salazar et al., 2016) existen tres componentes básicos en el *IoT* que interactúan entre sí:

Gráfico 1.1: Elementos IoT

Fuente: elaboración propia

Arquitectura IoT

Para definir una arquitectura de cualquier sistema este cumple con ciertos requerimientos, para que éste sea viable, tendrá que permitir que la tecnología sea distribuida, donde los objetos puedan interactuar entre ellos, escalable, flexible, robusta, eficiente, etc.(Hernández, 2017)

Entre algunos requerimientos para el *IoT* están:

- Gestión y control de dispositivos
- Conectividad y comunicación
- Recolección, análisis y actuación de los datos
- Escalabilidad
- Flexibilidad
- Alta disponibilidad

- Integración
- Seguridad

Existen múltiples requerimientos al tratarse del *IoT*, pero los dispositivos siguen un proceso el cual la información fluye del medio físico a un medio virtual, en este proceso, se logran dividir cuatro fases según la arquitectura propuesta por Sumit Sharma de *MuleSoft*, empresa creada en el 2006 y centrada en la creación de *software* para conectar aplicaciones.

Imagen 1.2. Arquitectura *IoT*



Fuente: (Hernández, 2017)

- **Cosas, objetos, dispositivos.** - Es la parte visible para el usuario en esta parte, se logran encontrar sensores, actuadores, y *hardware* necesario para comunicar el mundo físico con el internet.
- **Puntos de Acceso.** - Conectividad de los dispositivos a Internet, la conexión tiene que ser tolerante a fallas, robusta y sobre todo segura.

- **Procesamiento de Datos.** – Es uno de los ejes centrales del *IoT*, un buen funcionamiento del sistema dependerá de la gestión de datos que estará en la capacidad de recolectar información, almacenarlos y analizarlos. Podrá incorporar alertas basadas en algunas reglas.
- **Aplicaciones.** - Visualizar la información con aplicaciones amigables para los usuarios, pero no solo para verificar la información, sino también, para modificar parámetros para que los sistemas, se comporten de una manera determinada.

Aplicaciones del *IoT*

Como llega a apreciar el internet de las cosas, se encuentra relacionado en diferentes áreas de nuestra vida cotidiana, es por ellos que tiene innumerables aplicaciones en diferentes áreas (Fractal, 2020).

- **Wearables.** – Bandas *fitness* para el monitoreo calórico, pulsaciones cardíacas o cinturones de rastreo *GPS*. Dispositivos pequeños y eficientes, que se encuentran equipados con sensores, para realizar mediciones y organizar la data e información sobre los usuarios.
- **Salud.** – El uso de diferentes *wearables* permite los médicos monitorear a sus pacientes fuera de un hospital y en tiempo real el *IoT* ayuda a potencia el control asistencial y la prevención de eventos letales en pacientes de alto riesgo.
- **Monitoreo de tráfico.** – Al hacer uso de *APP* móviles que notifican el estado del tráfico, se hace referencia al *IoT*, también, comparte información de las diferentes vías, además, de alimentar la información sobre rutas a un destino.

- **Gestión de flotas.** – La instalación de sensores en las unidades de flota, ayuda a establecer una interconexión efectiva entre vehículos y sus administradores, se aplica geolocalización, telemetría, sensores para reducción de emisiones contaminantes, etc.
- **Agricultura.** - Las granjas inteligentes ayuda a la producción de buenas cosechas permite a los agricultores a acceder a la información detallada de sus condiciones, mediante el *IoT*, se puede obtener una información abundante sobre el estado de las etapas de producción, como humedad de suelo, acidez, características químicas, etc.
- **Hotelería.** – Por medio de la implementación de llaves electrónicas, se obtiene información de los huéspedes, así como alertarlos de ofertas, actividades de interés, pedidos a la habitación, automatizar el registro de entrada y salida.
- **Smart grid y ahorro energético.** - Medidores de energía inteligentes o medidores equipados con sensores, permite obtener información valiosa sobre patrones de consumo y sobre las mejores formas de reducir o ajustar su gasto energético.
- **Suministro de agua.** – Para procesar y analizar datos que permitan comprender el comportamiento del consumidor, detectar fallas en el suministro, seguimiento de la propia información de consumo en tiempo real.

Retos y barreras del *IoT*

Son algunos desafíos importantes según (Cascajo Sastre, 2018), que se toma en cuenta en el *IoT* algunas de las barreras existente en la actualidad son:

- **Seguridad.** - Garantizar la privacidad de los datos es una prioridad absoluta, tener dispositivos conectados a una red involucra la gestión de seguridad para dar las garantías necesarias a los usuarios.

- **Integración.** – Integración con la tecnología existente es ahí la importancia de la arquitectura para que pueda funcionar como los dispositivos actuales en el mercado.
- **Coste.** – Si bien los dispositivos son de bajo costo muchas empresas, se encuentran en dificultades para aportar el capital necesario para la inversión inicial para una producción masiva de algún *wearable* nuevo, que se quiera lanzar al mercado.
- **Brecha digital.** – Reducir la brecha digital para las personas que no están acostumbradas al manejo de dispositivos tecnológicos, por ende los fabricantes tendrán en cuenta al realizar y construir sistemas intuitivos para estos usuarios.

1.3 Desarrollo de *APP* móviles

La demencia y la pérdida de memoria son consecuencias de diferentes enfermedades en el adulto mayor, los familiares como personal sanitario son conscientes de que estas afectaciones consiguen ser abrumadoras, quienes las padece llega a ser impredecible e incontrolable, todas estas enfermedades afectan a la orientación, al provocar que el enfermo vaya a perderse y no sepa donde el lugar esta.

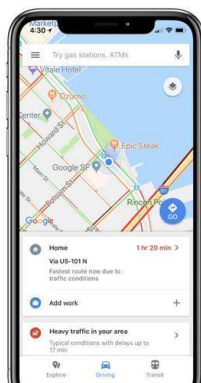
Existen una serie de dispositivos y aplicaciones para saber la ubicación de personas con demencia para ayudar tanto a enfermos como a familiares (Montesalud., 2018).

Google Maps

La *APP* de *Google Maps* hace uso del *GPS* incorporado en el teléfono celular para acceder a la posición en tiempo real esta *APP* funciona tanto para teléfonos con sistema operativo *Android* como *iOS*, pero es necesario crear una cuenta de correo electrónico de *Google*, además, permite tener un registro de las ubicaciones previas y compartirlas con otros usuarios. La función *ETA* (*Estimated Time of Arrival*) dará conocer su ruta y ubicación para que terceros conozcan por donde van, el estimado

que tardarán en llegar y si hubo algún inconveniente en el camino. La ubicación dejará de compartirse en el momento que la persona haya llegado hasta su destino y sus amigos y familiares tengan la certeza de que fue seguro (Brandon, 2018).

Imagen 1.3. Google Maps



Fuente: (Brandon, 2018)

Family Locator GPS Tracker

Desarrollada por *Life 360* con el fin de hacer social la opción de compartir la ubicación, niños y personas mayores son los candidatos para su uso al presionar solo un botón de SOS, se le enviara inmediatamente la ubicación *GPS* a través de un mensaje a los familiares conectados, dispone de una función que es el establecer zonas seguras e inseguras y recibir notificaciones al salir de esos lugares (APKPure, 2020a).

Imagen 1.4. Famili Locator



Fuente: (APKPure, 2020a)

Spyzie

Aplicación de monitoreo en teléfonos inteligentes diseñada para controlar a hijos o empleados, el monitoreo es realizado de forma remota compatible para sistema operativo *Android* o *iOS*, se obtiene la ubicación en tiempo real. La aplicación ofrece monitoreo de *SMS* mensajes de texto, monitoreo de *WEB* y medios sociales, Gmail, bloqueo de aplicaciones, monitoreo de llamadas y monitor *GPS* entre otros (SpyFone, 2019).

Imagen 1.5. *Spyzie* aplicación

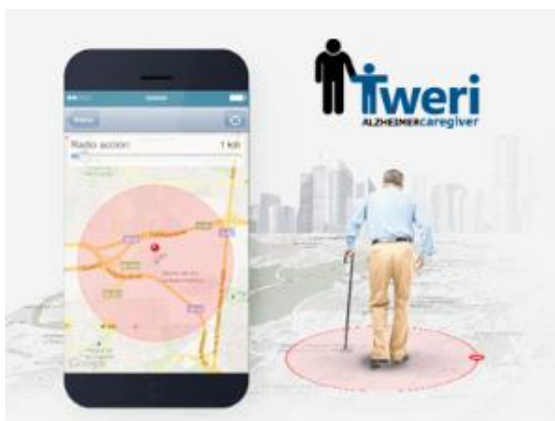


Fuente: (SpyFone, 2019)

Tweri Alzheimer Caregiver

Es una *APP* especialmente diseñada para pacientes con Alzheimer proporciona de seguimiento y localización, desarrollada por una empresa madrileña *Solusoft*, permite dotar de libertad de movimiento a los afectados por esta enfermedad en sus primeras etapas. La aplicación permite establecer límites geográficos establecidos y si estos son rebasados enviará una alerta vía email a la persona que la cuida con la última posición del dispositivo, para ello, se hace uso de un teléfono celular con la aplicación instalada (topoos, 2012).

Imagen 1.6. *Tweri Alzheimer*

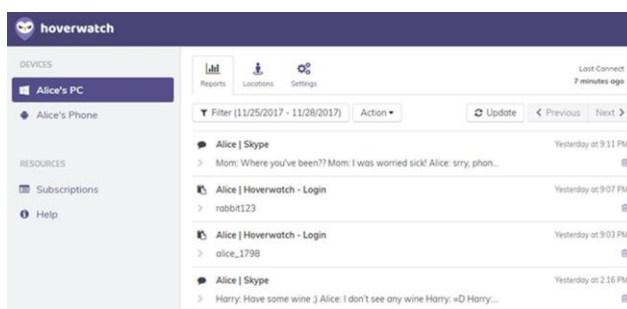


Fuente:(Topoos, 2012)

Hoverwatch

La aplicación creada principalmente para monitorear aplicaciones de terceros como *Facebook*, *WhatsApp*, *Viber* y obtener información de *chats*, llamadas, mensajes, fotografías, también, se utiliza para saber la localización del teléfono en tiempo real, se accede a esta información mediante una página *web* (APKPure, 2020b).

Imagen 1.7. *Hoverwatch*



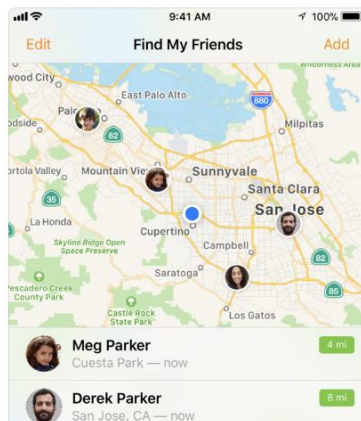
Fuente: (APKPure, 2020b)

Find My Friends

Find My Friends permite compartir la ubicación entre amigos y familiares diseñada inicialmente para dispositivos *iOS*, solamente hay que instalar la aplicación y

compartir la ubicación entre los amigos de la lista de contactos, o correos electrónicos (Apple Inc, 2017).

Imagen 1.8. *Find my Friends*



Fuente: (Apple Inc, 2017)

RescataME

Envía la localización *GPS* a familiares, se puede usar para pedir transporte como taxis, contacto al servicio del distribuidor de GAS y también, incorpora varios servicios a domicilio. Es posible programar varios avisos como alertas (Trueno Software, 2020).

Imagen 1.9. *RescateMe*



Fuente: (Trueno Software, 2020)

Find my iPhone

Permite localizar amigos, familiares compartir la ubicación con un grupo de personas, además, incorpora un bloqueo para que no vayan a usar el dispositivo en caso de pérdida o robo (Apple Inc, 2020).

Imagen 1.10. *Find my iPhone*



Fuente: (Apple Inc, 2020)

Flexispy

Es una aplicación indetectable para el usuario consume en espacio de 2MB, funciona en modo oculto y puede ser desinstalado de forma remota. Llega a obtener información de mensajes llamadas, aplicaciones sociales y sobre todo la localización GPS (Spyic, 2019).

Imagen 1.11. *Flexispy*



Fuente: (Spyic, 2019)

1.4 Sistemas portables de geolocalización

Los sistemas portables de geolocalización o también, rastreadores *GPS*, se usa con mucha frecuencia en el rastreo de vehículos o flotas, es posible obtener información sobre donde esta y cuál es la ruta, los usuarios disponen de información mediante notificaciones sobre velocidad y si están en el lugar correcto, algunos disponen de bloqueo de vehículos para que ya no lo muevan.

Por lo mencionado, se dispone de aplicaciones que incorporan rastreo, pero también, existen dispositivos que permiten localización en personas, mascotas o activos, equipamiento que es costoso y necesitan llevar un control por donde va a trasladarse (Vozpopuli, 2019).

Entre los beneficios de contar con rastreo *GPS* embebido con *software* y *hardware* dedicado están:

- Las interrupciones no son tan probables, los rastreadores *GPS* no son para la comunicación externa y no son conexiones sociales.
- Muchos rastreadores *GPS* dedicados utilizan aplicaciones móviles para respaldar sus funciones, estos brindan a los usuarios la facilidad de no depender de un teléfono celular en todo el tiempo.
- Mayor duración de la batería, no disponen de funciones innecesarias de consumo de batería.

La variedad de herramientas de rastreo *GPS* disponibles en el mercado es tan variada como las necesidades que los usuarios puedan tener para ellos. Ya sea, que se rastree un vehículo, persona o activo por diferentes razones personales o comerciales. Entre algunos dispositivos *GPS* comerciales, se encuentran los que van a mencionarse, a continuación.

Pet Vodafone Kippy Vita

Es un dispositivo utilizado para localizar mascotas dispone de un *GPS* que envía la posición en tiempo real tanto en interior como en exteriores, recibe notificaciones si

cambia de ubicación, define zonas seguras, además, de registrar la actividad física este dispositivo está disponible por aproximadamente 90 Euros con una suscripción de 7 Euros al mes. Presenta resistencia a golpes y agua (Vodafone, 2020b).

Imagen 1.12. V-Pet Vodafone



Fuente: (Vodafone, 2020b)

V-Bag por Vodafone Alcatel GPS 2G/GPRS

Dispositivo, que se coloca en vehículos, mascota, mochilas, bolsas, etc. Localiza las pertenencias en cualquier lugar, recibe alertas si cambia de ubicación y es un dispositivo resistente al agua, polvo con una duración de 4 días de batería. Está disponible a un costo de 59 Euros con una suscripción mensual de 3 Euros (Vodafone, 2020).

Imagen 1.13. V-Bag



Fuente:(Vodafone, 2020)

Hangang GPS Tracker

Localizador en tiempo real mediante SMS es impermeable, envía eventos como exceso de velocidad, al salir de la zona de circulación autorizada, no requiere de

una suscripción mensual hace uso de una red celular, por lo tanto, necesita un chip, el dispositivo está disponible por 50 Euros (Amazon, 2020b).

Imagen 1.14. Hangang GPS



Fuente:(Amazon, 2020b)

Yepzon One

Pensado para el uso en personas que puedan extraviarse como niños y ancianos utiliza la red *GSM* para permitir el acceso a las ubicaciones, cuenta con un diseño compacto que cuelga como medalla en el cuello de la persona, la batería tiene una duración de aproximadamente 30 días, influye mucho el uso que le vaya a dar al equipo. El costo del dispositivo esta alrededor de los 73 Euros (Tecnogenia, 2020).

Imagen 1.15. Yepzon



Fuente: (Tecnogenia, 2020)

CittaTrend TK104

Es un dispositivo pensado para la implementación en vehículos, con una autonomía de casi 60 días sin carga, eventos como exceso de velocidad, avisa mediante alertas si sale del perímetro o zona registrada. El tiempo de carga para su funcionamiento es alrededor de unas 5 horas (Farmavanza, 2020).

Imagen 1.16. Citta Trend TK104

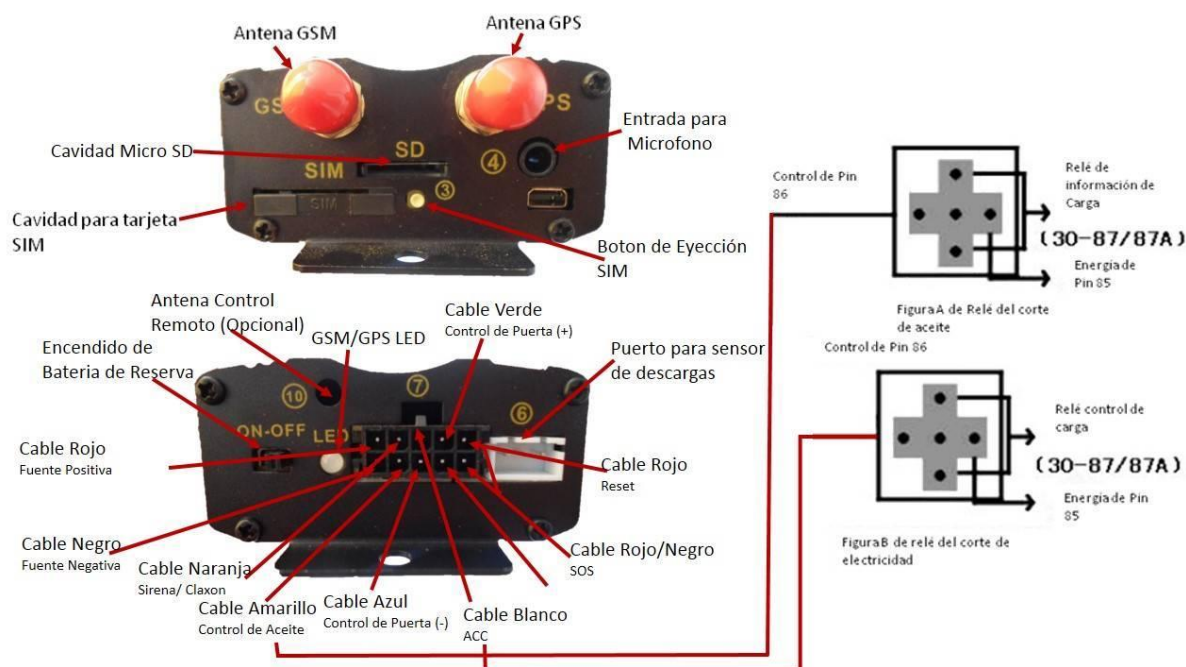


Fuente:(Farmavanza, 2020)

GPS Localizador TK 103-2

Es un equipo diseñado principalmente para rastrear vehículos dispone de localización vía *GPS/GSM* usa la red celular, realiza un monitoreo a tiempo real, permite apagar el motor, aviso de exceso de velocidad programable, micrófono espía, batería interna de reserva, toda la configuración es realizada mediante mensajes de texto sin la necesidad de un *PC*. Está disponible en México a un valor de aproximadamente 90 dólares (RedGps, 2020).

Imagen 1.17. GPS Localizador TK103-2



Fuente: (RedGps, 2020)

GPS Reloj Rastreador GPS-308

GPS Tracker establece múltiples funciones de posicionamiento preciso, seguridad, monitoreo de vigilancia, alarmas de emergencia y seguimiento, funciona mediante red celular, se programa eventos tipo emergencia, servicios basados en ubicación, seguridad entre otras. No dispone de costo en su página *web* (Coban, 2013).

Imagen 1.18. GPS-308

Fuente:(Coban, 2013)

Existen múltiples dispositivos que disponen de rastreo *GPS* mediante aplicaciones móvil y dispositivos embebidos, en esta investigación, se seleccionaron los que más información disponen en la actualidad, sin embargo, muchos de estos, se tiene que realizar una suscripción mensual o pagar un alto costo por el equipamiento sin tomar en cuenta el mantenimiento que involucra un dispositivo electrónico.

El desarrollo de dispositivos de asistencia a personas de la tercera edad es una temática de suma importancia que ha tenido un crecimiento acelerado en la última década, especialmente con la miniaturización de dispositivos, aumento en las capacidades de procesamiento, el ingreso del Internet de las Cosas (*IoT*) y el desarrollo del aprendizaje automático. Si bien en el mercado existen una serie de soluciones para la geolocalización de personas, especialmente en países en vías de desarrollo; estos normalmente poseen un entorno de desarrollo cerrado, el cual limita la adecuación del dispositivo y sus servicios a realidades sociales distintas de donde fueron concebidos. Muchos de estos dispositivos forman un sistema que contempla el uso de elementos tipo *wearable* junto con aplicaciones móviles o páginas de internet, además, de elementos auxiliares como botones o alarmas. La búsqueda de información sobre estos dispositivos permite sentar las bases y establecer los beneficios y limitantes para la generación de prototipos que puedan adecuarse a la realidad nacional, se toma en cuenta especialmente los costos tanto de *hardware* como de *software* y el servicio a brindarse.

CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

Este capítulo está estructurado en dos partes:

La primera parte establece los aspectos referentes a la investigación, tales como el enfoque y la metodología *Mobile-D* a aplicar, mientras que la segunda parte corresponde a la aplicación de la metodología de desarrollo que abarca la elaboración de la aplicación móvil que interactúa con el dispositivo insertado en una prenda de vestir.

1.1. Metodología de Investigación

La metodología *Mobile-D* cuenta con 5 fases por las cuales pasa el producto a realizarse, la línea de producción empieza con la fase de exploración, después pasa a la fase de Iniciación, luego pasa a la fase de producto posteriormente a la fase de estabilización y la fase de pruebas.

Imagen 2.1. Metodología *Mobile-D*



Fuente: (Emaze, 2020)

Fase de Exploración

Se centra la atención a la planificación y a los conceptos básicos del proyecto. Se, realizan los alcances del proyecto y su establecimiento con las funcionalidades donde va a llegar. El propósito de esta fase es la planificación, los objetivos de esta fase son:

- Establecer los grupos de actores necesarios para la planificación y el seguimiento del proyecto.
- Definir los alcances y límites del proyecto.
- Planifica el proyecto respecto al entorno, el personal y los problemas del proceso.

En el presente documento los alcances y límites del proyecto son definidos previos a la realización de la tesis en conjunto con el tutor y al tomar en cuenta las necesidades de la carrera, de la Universidad y la sociedad actual. Al ser un proyecto que nace de la academia el *sponsor* o *stakeholders* seria la universidad y el director del proyecto. Además, como una etapa exploratoria, se cuenta con entrevistas y encuestas.

Fase de Iniciación

En la iniciación, se configura el proyecto y preparan todos los recursos necesarios, se le dedica un día a la planificación y el resto al trabajo y publicación. Los objetivos de esta fase son:

- Obtener una buena comprensión global del producto para el equipo de desarrollo del proyecto, sobre los requisitos iniciales y la línea de la arquitectura.
- Preparar los requisitos físicos, técnicos y humanos, así como la comunicación con el cliente.

La fase de iniciación, se establece desde la concepción del tema de titulación hasta el desarrolló del esquema general de funcionamiento del sistema en función de las características deseadas obtenidas de las encuestas y la fase de exploración esta etapa tomo alrededor de 2 meses.

Fase de Producción

Antes de iniciar el desarrollo de una funcionalidad tendrá que existir una prueba para que verifique su funcionamiento, en esta fase, se lleva a cabo toda la implementación de los módulos. Los objetivos de esta fase son:

- Implementar la funcionalidad del producto con prioridad a los requerimientos del cliente.
- Centrarse en la funcionalidad básica fundamental para permitir múltiples ciclos de mejora.

La fase de producción involucra el desarrollo del dispositivo vestible como el de la *APP* móvil.

Fase de Estabilización

En esta fase llega la integración para vincular los módulos separados en una única aplicación. Los objetivos de esta fase son:

- Finalizar la implementación del producto.
- Mejorar y garantizar la calidad del producto.
- Finalizar la documentación del proyecto.

En esta fase, se desarrolló la primera convergencia de todo el sistema tanto el dispositivo vestible como la aplicación.

Fase de pruebas

Se pasa al testeado hasta tener una versión estable del producto según lo establecido por el cliente. Si es necesario hay que reparar errores, pero no hay necesidad de desarrollar nada nuevo. Una vez terminado todas las fases, se contaría con una aplicación publicable y entregable al cliente. Los objetivos de esta fase son:

- La funcionalidad implementada.
- Documentación de aceptación de pruebas.

- Funcionalidad del usuario definida completamente.
- Descripción de la interfaz de usuario que de uso para pruebas.

En la fase de pruebas, se realiza la comparativa con un dispositivo comercial y en ambientes controlados.

A continuación, se desarrolla el proyecto según las diferentes fases de la metodología *Mobile-D*:

Para la fase de exploración, se hace uso de encuestas a la población que tiene a su cuidado adultos mayores y entrevistas a especialistas de la salud.

Fase de Exploración en el Sistema

Encuestas

La encuesta será dirigida a las personas quienes cuidan de los adultos mayores con complicaciones en su salud, ya sea física, mental y cognitivo, las mismas que conforman por 11 preguntas enfocadas a las necesidades y problemas de las personas antes mencionadas.

Entrevista

Para la realización de la entrevista, se considera los médicos especializados en atender a las personas de la tercera edad al tener en cuenta las enfermedades, que se le presentan debido a su edad.

El avance, los de estos procesos ayudan a crear los procesos que son necesarios para la creación de la aplicación móvil.

Resultados de los instrumentos de investigación

La encuesta realizada consta de 11 preguntas y es orientada hacia las personas encargadas del cuidado ya sea directo o indirecto de un adulto mayor, así como una entrevista. Las encuestas fueron realizadas a una población de 30 estudiantes de

la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato y 10 personas encargadas del cuidado de adultos mayores en el asilo Señor de los Remedios en Píllaro. La entrevista fue realizada al doctor Danny Silva geriatra del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y hospital privado Santa Inés.

Población: personas encargadas del cuidado ya sea directo o indirecto de un adulto mayor.

Muestra: 30 estudiantes que conviven y están a cargo de un adulto mayor y 10 personas responsable del cuidado de adultos mayores en el asilo Señor de los Remedios en Píllaro.

Total Muestra: 40 personas

Entrevista: Doctor Danny Silva.

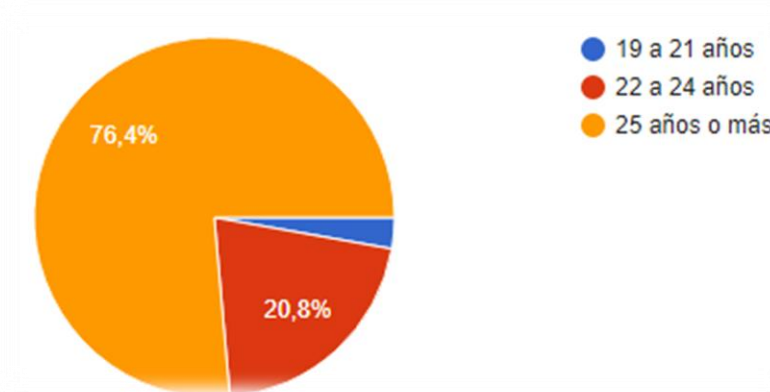
Encuestas:

Pregunta 1. Seleccione su rango de edad.

Tabla 2.1. Pregunta 1 rango de edad

19 a 21 años	
22 a 24 años	
25 años o mas	

Gráfico 0.1. Rango de edad de personas que cuidan adultos mayores



Fuente: elaboración propia

Interpretación

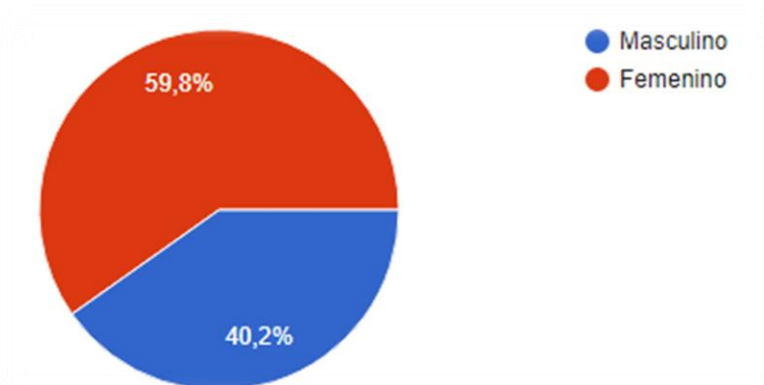
Del 100% de personas encuestadas, se establece que el 76% son personas comprendidas entre 25 años de edad o más, los que están a cargo del cuidado de una persona de la tercera edad, el 20,8% determina que son personas entre los 22 a 24 años de edad y en un porcentaje mínimo del 2,8% quienes cuidan o vigilan a una persona de la tercera edad son personas comprendidas entre los 19 a 24 años de edad, que son capaces de hacerse responsables de una persona que este a su cuidado.

Pregunta 2. Seleccione su género:

Femenino _____

Masculino _____

Gráfico 0.2. Género de la persona a cuidado del adulto mayor



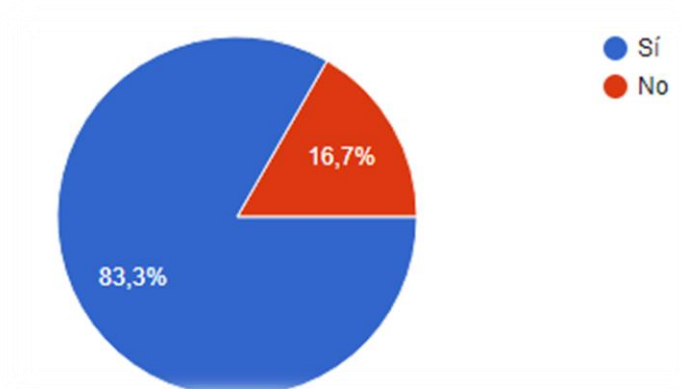
Fuente: elaboración propia

Interpretación

El 100% de personas encuestadas que tienen como miembro de la familia a una persona de la tercera edad, indica que el 59,8% de personas son mujeres quienes los cuidan y el 40,2% pertenece a los hombres quienes también, se encuentran involucrados en el cuidado de estas personas que logran verse indefensas.

Pregunta 3. ¿Tiene a su cuidado una persona de la tercera edad? Si/No

Gráfico 0.3. Cuidado de una persona de la tercera edad



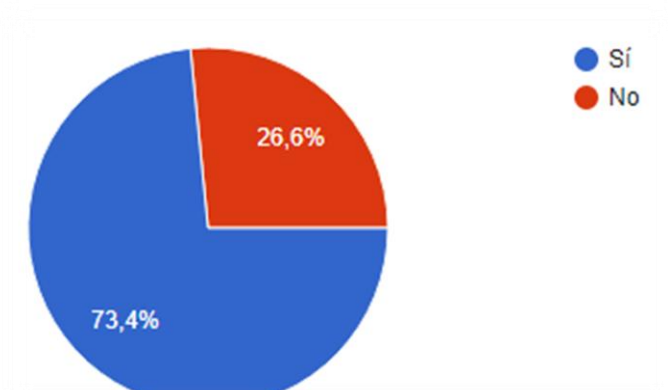
Fuente: elaboración propia

Interpretación

Del 100% de las personas encuestadas el 83,3% mencionan que tienen a un familiar de la tercera edad bajo su cuidado directo, mientras que el porcentaje restante son personas que tienen a familiares de la tercera edad que no viven con ellos, pero los visitan con regularidad para poder estar pendiente de su salud.

Pregunta 4. Si su respuesta anterior fue positiva marque Si/No ¿Tiene algún tipo de discapacidad o enfermedad?

Gráfico 0.4. Selección de enfermedad o discapacidad



Fuente: elaboración propia

Interpretación

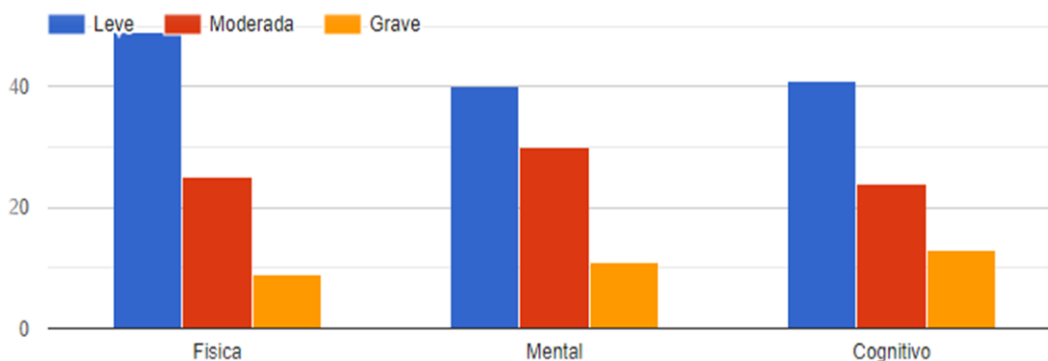
Entre la población encuestada del 100%, se encontró que el 73,4% de personas de la tercera edad, se encuentran con algún tipo de enfermedad o discapacidad, seguido del 26,6% de personas adultas mayores que gozan de buena salud, pero aún, no se encuentran libres de cualesquiera otros riesgos que pueda presentarse de improviso.

Pregunta 5. Con base a lo anterior, seleccione el tipo de discapacidad que tiene la persona de la tercera edad.

Tabla 2.2. Pregunta 5 tipo de discapacidad

	Leve	Moderada	Grave
Física			
Mental			
Cognitivo			

Gráfico 0.5. Tipo de discapacidad que tiene la persona de la tercera edad



Fuente: elaboración propia

Interpretación

En consecuencia de que en la respuesta anterior produjo una respuesta positiva del 73,4%, y entre este promedio, se aduce que ha presentado en el año y subdivide en partes para denotar la clasificación de la discapacidad que presentan en leve, moderada y grave, durante el periodo de vida del adulto mayor, la mayoría de

adultos presenta discapacidades físicas leves con un porcentaje del 14,8%, luego sigue una discapacidad moderada del 7,6%, y a continuación, sigue una discapacidad del 2,7%, para llegar a ser un total del 25,1%.

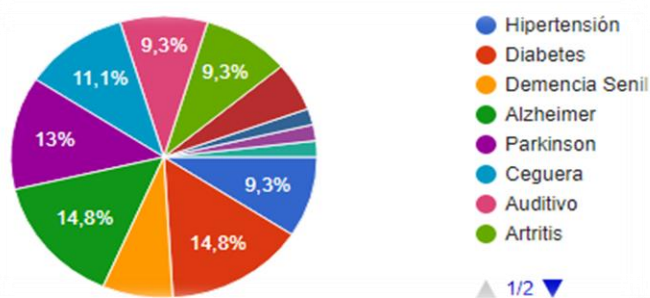
La selección de una discapacidad mental fue un total del 24,8% dividiéndose en leve con un porcentaje del 12,2%, seguido de una discapacidad moderada del 9,2%, es decir, que logra controlar y para concluir, se obtiene una discapacidad mental grave del 3,4%. Para finalizar, se hace presente una discapacidad cognitiva del 23,5%, dado que existe una presencia del 12,4% de levedad en la discapacidad cognitiva, luego, se observa que existe un porcentaje considerable pero moderado del 7,2% y al final una discapacidad de 3,9% que requiere de cuidados especiales. Cada una de las discapacidades es representativa en la vida de una persona mayor, debido a que llega a ocasionar una autoestima baja, la cual afectara a su salud como muestra en el gráfico 2.5.

Pregunta 6. Seleccione el tipo de enfermedad de la persona de la tercera edad. Si el adulto mayor tiene alguna otra enfermedad, por favor escriba el tipo de enfermedad que padece.

Tabla 2.3. Pregunta 6 Tipo de enfermedad

Hipertensión	
Diabetes	
Demencia senil	
Alzheimer	
Otro	

Gráfico 0.6. Enfermedad de personas de la tercera edad



Fuente: elaboración propia

Interpretación

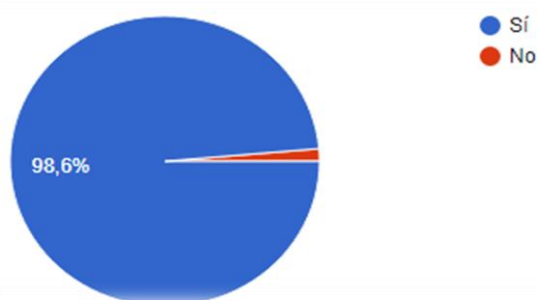
Del total de las personas que mencionaron que sus familiares de la tercera edad poseen algún tipo de enfermedad. El alzhéimer y la diabetes son las enfermedades que encabezan en la lista de las personas encuestadas con un porcentaje del 14,8%, seguido del 13% por la enfermedad del párkinson que de acuerdo con las investigaciones va acompañado de la ansiedad, luego, se presenta algo peor que ningún ser humano desearía, es decir, la ceguera tiene un porcentaje del 11,1% y es debido a que es uno de los principales sentidos de un ser humano.

La artritis, hipertensión y problemas auditivos comparten un porcentaje del 9,3%, estas enfermedades son más comunes pero que logra detectar antes e ir con un médico de cabecera para controlarlas por medio de medicamentos prescritos. Además, de la demencia senil que es una de las enfermedades más temidas por un ser humano en la edad adulta con un porcentaje 7,4%, esta es temida debido a que la pérdida de memoria logra ir de leve a grave, surgiéndose una dependencia de un familiar que pueda permanecer a su lado durante el progreso de la enfermedad.

El ataque de ansiedad, hipertrofia de próstata, osteoporosis, infartos, entre otras a lo que conlleva a pensar que en una edad de adultez mayor, se es más propenso a contraer algún tipo de enfermedad.

Pregunta 7. ¿Dispone usted de un dispositivo móvil propio? SI/NO

Gráfico 0.7. Disponibilidad de un dispositivo móvil propio



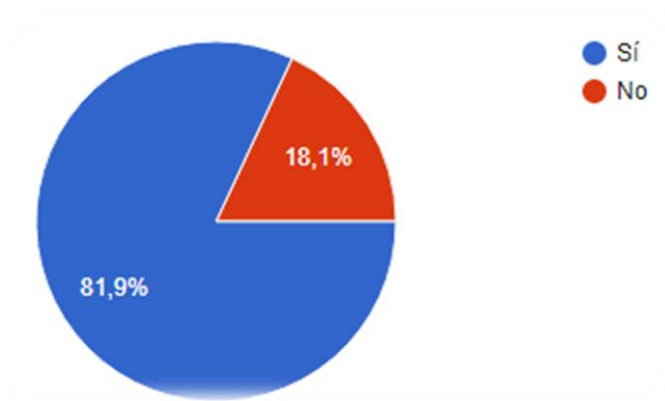
Fuente: elaboración propia

Interpretación

Entre la población de personas encuestadas del 100%, se pudo confirmar que 98,7% posee de un dispositivo de comunicación inteligente y el otro porcentaje 1,3% respondieron que no poseían de un dispositivo móvil propio por el momento, al parecer el porcentaje negativo aducían que era por motivo de pérdida o robo.

Pregunta 8. ¿Utiliza usted constantemente aplicaciones móviles? SI/NO

Gráfico 0.8. Utilización de aplicaciones móviles

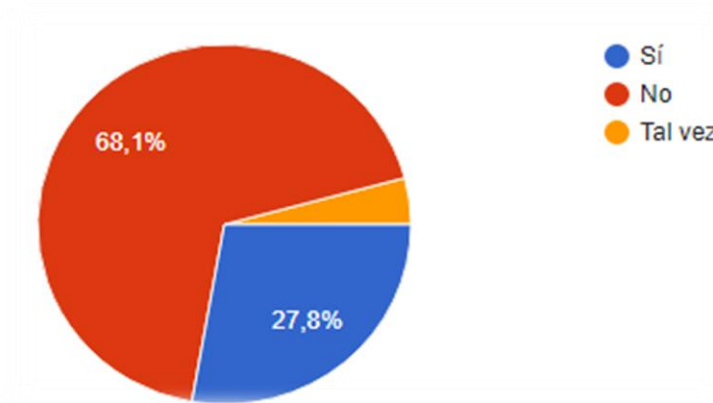


Fuente: elaboración propia

Interpretación

La mayoría de las personas encuestadas, es decir, de un total del 100% de las personas un 81,9% indican que en efecto utilizan aplicaciones móviles, ya sea por motivo de trabajo o simplemente para usar redes sociales.

Pregunta 9. ¿Conoce usted de alguna aplicación móvil que sirva para monitorear a una persona de la tercera edad? SI/NO/TAL VEZ

Gráfico 0.9. Aplicación móvil para monitoreo de persona de la tercera edad

Fuente: elaboración propia

Interpretación

Del total de personas encuestadas pese a disponer de teléfonos inteligentes desconocen las aplicaciones móviles disponibles para el monitoreo de adultos mayores, un 27% probablemente ha escuchado hablar, pero no consideran que las tengan en funcionamiento o no.

Pregunta 10. ¿Cree usted que sea factible crear una aplicación para monitorear a un adulto mayor con enfermedades degenerativas? Si/No, justifique su respuesta.

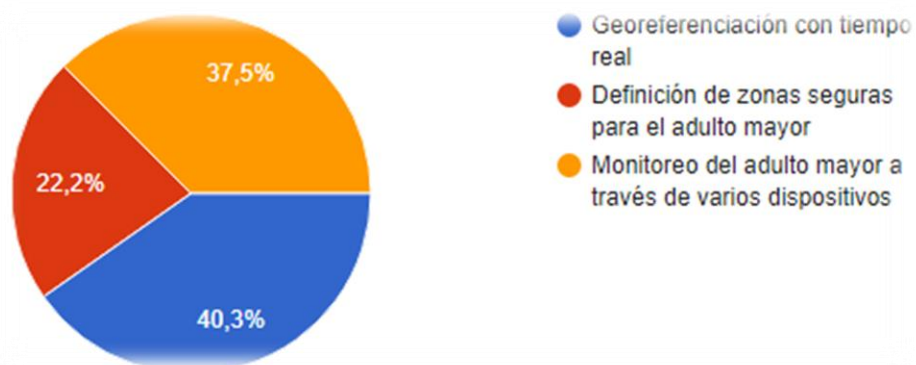
Tabla 2.4. Factibilidad de crear aplicación móvil de monitoreo de personas

Si	Para poder salvar su vida en caso de que esté en riesgo.
Si	Debido a que existiría un mayor control de la salud física o mental de un adulto mayor
Si	El enviar señales
Si	Porque así podrá conocer donde esta
Si	De hecho, en otros países ya lo tienen
Si	Para mayor seguridad y control de la persona
Si	Por medio de esa aplicación será posible saber la ubicación exacta de la persona y en caso de desaparecer, se podría ubicarle fácilmente
Si	Sería una gran ayuda para prevención
Si	Depende de la enfermedad puesto que con los avances en medicina, se llega a predecir ciertas situaciones
Si	Para estar atento por de la persona
Si	Para poder saber el lugar exacto ellos

Si	Sería buena idea en el caso de que sea una enfermedad importante en el aspecto que si le pasa algo a la persona de un momento a otro y esta, se encuentre en la calle, así podríamos conocer dónde está y poder ayudar más rápidamente, en otro caso creo que no sería necesario dicho dispositivo
Si	Porque, se podría tener control de la salud de nuestros seres queridos a la distancia
Si	Porque no hay en el mercado ecuatoriano
Si	Para que podamos ubicarlo en caso de que haya salido de casa y no regrese al pasar mucho tiempo
Si	Incrustarse en la piel un chip
Si	Estamos en un mundo donde avanza la tecnología
Si	Porque de tal forma no nos preocuparíamos si la persona sale a caminar sola
Si	Puedo saber dónde, se encuentra sin tener temor de que vaya a perderse
Si	Posiblemente ayudaría a ubicar a la persona sin tardar mucho tiempo
Si	Porque sabremos donde está la persona
Si	Para cuidar a los mayores
Si	Porque la tecnología avanza y hay que ayudar a las personas mayores
Si	Sería bueno ayudar a estas personas que en ocasiones son como niños
Si	Porque evitaríamos, que se pierda constantemente y pase a mayores consecuencias
Si	Para no preocuparse de que salga de casa solo
Si	Por qué podemos saber dónde está el abuelo
Si	Para que no vaya a perderse a cada rato
Si	Para cuidar de su salud
Si	Porque en el Ecuador no existe, pero en otros países ya está latente
Si	Para que no dependa de cuidados de terceras personas
Si	Porque sería útil
Si	Sería muy bueno para no preocuparnos de él por quedarse solo en casa
Si	Para poder saber si está bien o no
Si	Porque es bueno que presten atención a estas personas que sufren de varias enfermedades
Si	Porque sería bueno tener tecnología para ellos
Si	Para ayudar con sus problemas
Si	Para la salud y bienestar de las personas mayores

Fuente: elaboración propia

Pregunta 11. Si su respuesta anterior es positiva, que funcionalidades sugeriría que tenga la aplicación móvil.

Gráfico 0.10. Funcionalidades de aplicación móvil

Fuente: elaboración propia

Interpretación

La mayoría de las personas encuestadas sugieren que la aplicación incorpore geolocalización, seguido por un monitoreo del adulto mayores a través de sensores y posterior definir zonas seguras para el adulto mayor.

Entrevistas:

Al aplicar la entrevista, se propone recopilar información que aporte a la factibilidad de crear una aplicación móvil que contribuya con la sociedad enfocada en la salud de las personas de la tercera edad. Además, con el aporte del doctor Danny Silva medico geriatra del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y hospital privado Santa Inés.

Las respuestas de las preguntas planteadas, se muestran, a continuación:

Pregunta 1. ¿Cuáles son las enfermedades degenerativas más frecuentes en las personas de la tercera edad?

Dentro de lo que comprenden las enfermedades existen varias clases, entre ellas, se encuentran la infecciosas y no infecciosas, dentro de las crónicas degenerativas, las que más atacan a los adultos mayores son la artrosis, la poliartrosis y la artritis reumatoide que son enfermedades que lo incapacitan o le va a quitar cierta movilidad o independencia al adulto mayor. Por otra parte, se tiene enfermedades

como la insuficiencia cardiaca, insuficiencia respiratoria, enfermedades pulmonar obstructiva crónica y fibrosis pulmonar que son enfermedades, también, crónicas que a la larga delimitan la funcionalidad de los pacientes. Finalmente, existen enfermedades tipo neurológicas que influyen en el deterioro cognitivo, la pérdida de la memoria, la demencia vascular, la demencia tipo alzhéimer o demencias mixtas.

Pregunta 2. ¿Cuáles son los riesgos a los que enfrentan frecuentemente los adultos mayores?

Existen un sin número de riesgos, por ejemplo, los riesgos propios referidos a enfermedades preexistentes o de complicaciones de su patología, sin embargo, existen otros riesgos que son externos y que dependen del medio ambiente. Si, se habla de riesgos propios del adulto mayor toma relevancia el desarrollo de síndromes geriátricos como: la dismovilidad, la caída, la misma demencia, la mal nutrición, la iatrogenia, la incontinencia, las úlceras de presión, el delirio y la fragilidad.

Pregunta 3. ¿Qué tipos de cuidados que no sean médicos requiere un adulto mayor?

El adulto mayor requiere de un sin número de cuidados, es por esta razón que al tratar del tema de geriatría, se habla de un equipo multidisciplinario donde intervienen profesionales como: nutricionista, fisioterapeuta, psicólogo, psiquiatra, entre otros. El médico de cabecera, la enfermera, el auxiliar de enfermería, el cuidador y todo el entorno familiar del paciente son los encargados a mantener el cuidado adecuado del paciente, es decir, el cuidado del adulto mayor no depende de una sola persona.

Dentro del entorno familiar, se tiene un sin número de cuidados que dependerán de cada paciente, por ejemplo, con un paciente que tenga dismovilidad, se tiene cuidado con el suceso de una caída. En este contexto, la dismovilidad aumenta el riesgo de caída, la caída aumenta el riesgo de fractura, la fractura aumenta el riesgo de tromboembolismo y el tromboembolismo aumenta el riesgo de muerte, todo esto genera una cascada de eventos adversos que le llega a ocurrir al paciente adulto

mayor. Es por esta razón que el familiar está encaminado precisamente a velar por la salud del paciente, sea vigilancia directa o indirecta.

Pregunta 4. ¿Considera usted útil el uso de aplicaciones móviles para el cuidado de los adultos mayores? Justifique su respuesta.

Todo lo que sea en beneficio del cuidado del paciente adulto mayor, sobre todo en casos donde la persona presente un estado de dependencia parcial o total resulta de utilidad. La utilización de un dispositivo de localización que brinda apoyo a los familiares de personas que padecen de alzhéimer, demencia senil o deterioro cognitivo resultaría de gran utilidad. La importancia de un dispositivo con estas características radica en el hecho de que ayuda a pacientes donde el diagnóstico todavía no está establecido, es decir, a mí me dará la seguridad de conocer la localización de la persona o paciente que no necesariamente está imposibilitado de salir por cuenta propia para ir de compras, salir o hacer sus actividades diarias. Así, la familia tendrá la tranquilidad de que el adulto mayor pueda salir y realizar actividades diversas y saber que en caso de requerirlo es posible conocer su localización.

Para los casos en, que se tenga una demencia moderada a severa, obviamente servirá mucho más todavía, recordemos que dentro de la patología una de las primeras causas de consulta es para recién diagnosticar demencia, esto es precisamente en consecuencia a que el abuelito, se ha perdido.

Me parece muy interesante y aplicable, se evitar un sin número de riesgos, pérdida de los pacientes, caída de los pacientes; hay muchos pacientes que son a veces encontrados dos tres días después que fueron declarados como desaparecidos y de esta manera, se evita muchas complicaciones, especialmente preocupaciones y estrés en el entorno familiar.

Pregunta 5. ¿Qué funcionalidades debería tener la aplicación móvil para el monitoreo de los adultos mayores?

Dependerá de cómo, se va a enfocar en cuanto al manejo por parte de los cuidadores, se determinaría prácticamente o tener el itinerario del paciente en relación con sus actividades y de acuerdo con eso, se hace un mapeo de los lugares posibles o los lugares que frecuenta el paciente para que de acuerdo con eso tener una idea de, que se nos está ya saliéndose del sitio de referencia para poder tomar un accionar y corregir en este caso.

Pregunta 6. ¿Al considerar la mayoría de las características comportamentales del adulto mayor, en donde o qué lugar sugiere, que se conectaría el dispositivo para la conexión con la aplicación móvil?

Ante estas consideraciones, las personas de la tercera edad con patologías crónicas tienden a ser como infantes que suelen sacarse las prendas de vestir, accesorios e incluso los zapatos por ende generalmente tendría que ser adhesiva a una de las partes del cuerpo del paciente para que no pueda ser eliminada o extraviada en la ropa debido a que si va en un bolsillo o una cosa, obviamente el adulto mayor va a sacar y lo va a tirar o perder igual que una llave entonces el paciente adulto mayor lo tendría que llevar adherido a su cuerpo como con un adhesivo, adherida de alguna forma a su cuerpo, o de pronto a través de una esclava o un collar probablemente, pero también, hay que tomar en cuenta que lo va a sacar, por ende de preferencia o en mi caso, recomendaría algo tipo parche. Los médicos inclusive utilizan parches en medicina precisamente por que el paciente, se retira o no toma o es de mejor adherencia, entonces un parche en una zona adhesiva que sea hipoalergénico sería de validez para este trabajo.

Para ubicar un punto específico del cuerpo en el cual ira este dispositivo no habría problema al ser adhesivo, tendrá que ir en las zonas un poquito más planas y largas, podría ser a nivel dorsal, podría ser a nivel lumbar, a nivel del tórax anterior o a nivel de miembros inferiores, siempre depende del tipo de paciente y donde no provoque una lesión (por ejemplo la irritación de piel), donde no haya úlceras, donde la piel este integra y no produzca ningún daño.

Análisis General de las encuestas y la entrevista

En base a la información recopilada y al tomar en cuenta el punto de vista de un profesional de la salud, se establece que el desarrollo de un dispositivo que permita el monitoreo de una persona adulta mayor resulta de suma importancia especialmente en casos donde existe la posibilidad que el adulto mayor pueda perderse debido a enfermedades que conllevan por lo general un cierto grado de degradación cognitiva. Además, el uso de un dispositivo que provea la localización del paciente o persona adulta mayor sirve de soporte para los familiares o personas a cargo del paciente, esto disminuye la carga de estrés por el temor a la pérdida de su familiar.

Por otra parte, si bien es considerada la utilidad de un dispositivo que permita la localización del adulto mayor, uno de los grandes retos es establecer los lineamientos en cuanto a su implantación o colocación en la persona, es necesario tener en cuenta varios factores asociados al usuario (adulto mayor).

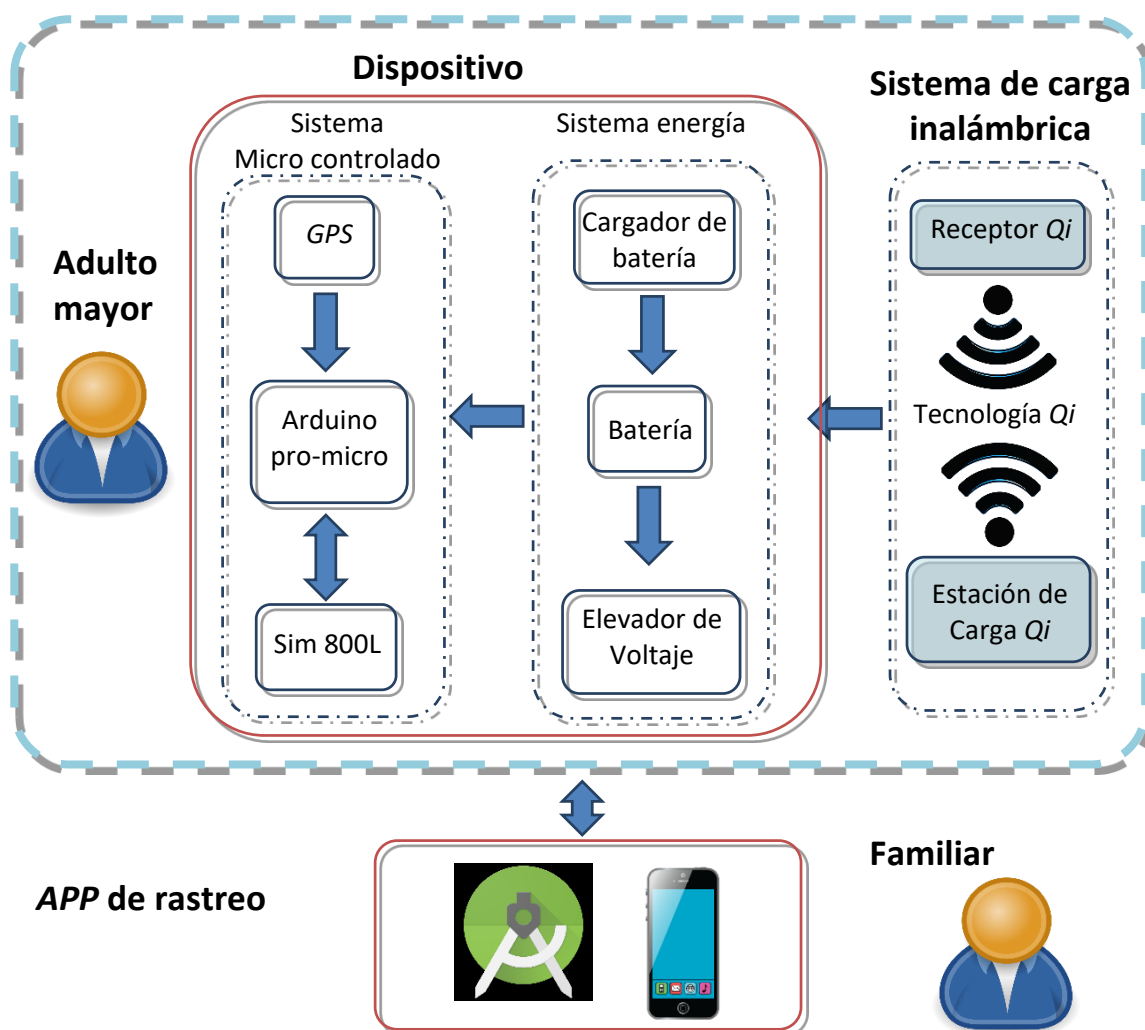
Fase de Iniciación en el Sistema

Como primera instancia, se analizará el esquema general de funcionamiento del sistema en función de las características deseadas obtenidas de las encuestas y la fase de exploración:

- Dispositivo capaz de ser insertado en una prenda de vestir que sea de uso común en un adulto mayor y que contemple en su funcionamiento una de las principales características de ubicuidad que es: la transparencia al usuario.
- El sistema de energía tiene que ser diseñado de tal manera que aporte la autonomía necesaria al dispositivo para su funcionamiento continuo en un espacio de tiempo establecido. Además, tiene que dar las facilidades necesarias al usuario para su carga, sin un conocimiento o experticia previa.

- El dispositivo tiene que ser capaz de entregar información de localización de la persona que lo porta. Para tal efecto, se establecerá límites funcionales (*Indoors – Outdoors*) debido a la naturaleza propia de los dispositivos *GPS*.

Imagen 2.2. Esquema general de funcionamiento del sistema de rastreo



Fuente: elaboración propia

- Es necesario analizar el funcionamiento e interacción entre los distintos elementos que formarán parte del dispositivo en la prenda de vestir.
- El sistema tendrá que disponer de una *APP* diseñada en *Android Studio* que permita realizar una solicitud de localización al dispositivo implantado en la

prenda de vestir del adulto mayor. Esta solicitud, se realizará mediante el envío de un mensaje de texto *SMS* que contenga un código específico de solicitud.

- La aplicación tiene ser capaz de recibir la información de posición (longitud y latitud) y realizar una representación gráfica de la localización mediante *Google Maps*; esta será recibida en la *APP* como un *SMS*.
- La aplicación podrá discriminar los *SMS* que no contengan datos de latitud y longitud.
- Una vez recibido el *SMS* la aplicación tendrá que graficar la posición en tiempo real según los datos obtenidos.

En base a todas las características mencionadas, en la imagen 2.2, se presenta el esquema general para el diseño e implementación del sistema de rastreo para personas adultas mayores.

Fase de Producción en el Sistema

1.2. Metodología de Desarrollo

El dispositivo es el elemento que está integrado a una prenda de vestir y que como principales características funcionales resalta:

- Dispositivo con capacidad de geolocalización mediante *GPS*.
- Envío de localización del usuario mediante el uso de *SMS*.
- Sistema de energía basado en batería interna y recargable mediante carga inalámbrica.

A continuación, se detallan las características de cada uno de los elementos utilizados:

Sistema micro controlado

El sistema micro controlado consta de una placa de desarrollo *Arduino Nano*, un *GPS u-blox NEO-6M (GY-GPS6Mv2)* y un módulo *GSM Sim800L*.

Imagen 2.3. Elementos del sistema micro controlado



a. *Arduino Nano*

b. *GPS u-blox NEO-6M*

c. *GSM Sim800L*

Fuente: elaboración propia

Arduino Nano: El *Arduino Nano* (Anexo A) es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador Mega-328p del fabricante ATMEL. Esta placa ha sido escogida debido a su pequeño tamaño, soporte en la comunidad de Arduino y características de *hardware* (Arduino, 2020). A continuación, se presenta una tabla con sus principales características. (Prometec, 2020)

Tabla 2.5. Características técnicas del *Arduino Nano*

Característica	<i>Arduino Nano</i>
Frecuencia	16Mhz
Voltaje de operación	5V
Consumo	15 mA
Memoria <i>Flash</i>	32KB
Memoria <i>SRAM</i>	2KB
Memoria <i>EEPROM</i>	1KB
Numero de pines digitales	14 (6 PWM)
Numero de pines analógicos	8

Cantidad de <i>UART</i>	1
Dimensiones	0.73"x1.7"
Puerto de comunicación al <i>PC</i>	Mini USB

Fuente: elaboración propia

GPS u-blox NEO-6M (GY-GPS6Mv2): Es un módulo de localización *GPS* (Anexo B) que cuenta con una antena de tipo cerámica y memoria interna EEPROM preconfigurada. Posee un LED indicador de conexión a satélites (Electronilab, 2020b).

El protocolo de comunicación es de tipo *UART* TTL con pines de *Rx* y *Tx* que conectara a un microcontrolador a 9600 *baudios*. (Naylampmechatronics, 2019). Las principales características del módulo, se presentan en la tabla 2. (U Blox, 2011)

Tabla 2.6. Características técnicas *GPS* u-blox *NEO-6M*

Característica	<i>NEO-6M</i>
Frecuencia de refresco	5Hz
Exactitud en posición	2.5m
Voltaje de operación	5V
Consumo	45mA
Interfaz	<i>UART</i> TTL
<i>Baud Rate</i>	9600 <i>baudios</i>
Tamaño antena	25mmx25mm
Tamaño módulo	25mmx35mm

Fuente: elaboración propia

Los datos que el módulo *GPS* entrega, se encuentran en formato *NMEA* (*National Marine Electronics Association*) (Glenn Baddeley, 2001), en donde, es posible obtener información como: número de satélites conectados, velocidad, altitud, latitud, longitud, entre otros. De esta información los datos de longitud y latitud serán los más importantes para el desarrollo del presente proyecto.

GSM Sim800L: Es un módulo GSM/GPRS (Anexo C) con el cual es posible enviar mensajes de texto, realizar llamadas y enviar o recibir datos, entre otras funcionalidades. La comunicación con el módulo, se realiza mediante *UART TTL*, la velocidad de comunicación es autoajutable. Las principales características del módulo, se presentan en la tabla 2.7 (Dualtronica, 2020).

Tabla 2.7. Características técnicas GSM sim800

Característica	GSM sim800
Bandas MHz	850/900/1800/1900
Voltaje de operación	5V
Corriente de consumo máximo	500 mA
Corriente pico	2 ^a
Interfaz	<i>UART TTL</i>
<i>Baud Rate (baudios)</i>	Automático
Tamaño	15.8x17.8x2.4 mm

Fuente: elaboración propia

Sistema de energía

El sistema de energía del prototipo contempla y tiene como características principales para su funcionamiento aspectos como: tamaño, portabilidad, opción de recarga y proveer la energía suficiente al sistema para su normal operación. Con el fin de dimensionar la batería que mejor cumpla con estas características, se estableció como consumo máximo de corriente el correspondiente al módulo GSM, que, si bien trabaja con normalidad con corrientes alrededor de los 500 mA, en la literatura, se ha encontrado que en ocasiones llega a un consumo de hasta 2000mA. Al tomar en cuenta el consumo como punto de partida, se escoge una batería que tenga un tamaño adecuado y que permita ser implementada en el sistema de tal manera que permita opciones de carga de baja complejidad para el usuario final.

Para el prototipo y al tomar las consideraciones de consumo, se ha escogido una batería de Lion de 3.7V de capacidad 2000 mAh junto con un módulo de carga de baterías TP4056 con una corriente de carga de hasta 1A. Este dispositivo tiene como característica principal la carga de batería al mismo tiempo que continúa con el aporte energía hacia el sistema. El voltaje de entrada para la carga de la batería, se suministra tanto por una entrada individual de tensión, así como también, a través de un conector micro *usb*.

Si bien las necesidades de corriente logran solventarse con la batería seleccionada, hay que analizar el aspecto de voltaje. Si, se analiza a detalle las tablas de características de los elementos involucrados en el sistema micro controlado, se llega a la conclusión que es necesario un voltaje de alimentación común de 5V.

Debido a que la batería entrega un voltaje de 3.7V, es necesario la inclusión de un elevador de voltaje *DC/DC*. El dispositivo escogido para pasar de un voltaje de 3.7V a 5V es el MT3608 que entrega una corriente máxima de 2000 mA. Tanto la batería como el cargador y el elevador de tensión, se aprecian en la imagen 2.4.

Imagen 2.4. Elementos del sistema de energía



a. Batería Lion



b. Cargador batería.



c. Elevador de tensión.

Tomado de: (Electrónica, 2020a) (Arduinove, 2020) (Amazon, 2020a)

Un sistema de carga de batería basado en adaptadores *AC/DC* con cable o incluso carga mediante *USB* es muy común hoy en día en casi todos los dispositivos electrónicos de altas prestaciones. Sin embargo, en el caso de dispositivos implantados en prendas de vestir, esta característica resulta incómoda y en el caso de las personas de la tercera edad, incluso podrá tornarse una tarea compleja, razón por la cual, para el presente proyecto, se ha optado por una tecnología basada en carga inalámbrica, la cual es detallada, a continuación.

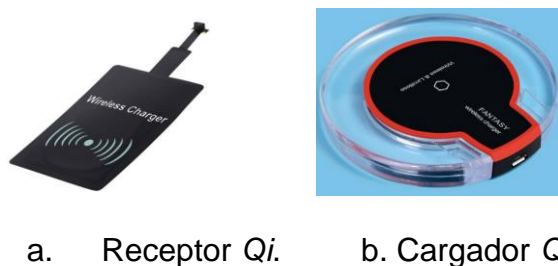
Sistema de carga inalámbrica

Un sistema de carga inalámbrica no es más que un sistema que permite una transferencia de energía de manera inalámbrica (Alves, Nicolas; Anza, Carlos; Espinga, 2015). Por otra parte, el estándar *Qi* fue establecido por la *WPC (Wireless Power Consortium)* y es un sistema de carga que podrá proveer potencias entre los 5 y los 15 W, actualmente es ampliamente utilizado especialmente en pequeños dispositivos electrónicos, entre los más destacados, los teléfonos inteligentes y próximamente es de esperar que este estándar pueda ser utilizado en computadores portátiles. También, como dato relevante es necesario mencionar que la distancia máxima entre el receptor y el transmisor según el estándar es hasta los 40mm.

Gracias a este estándar todos los dispositivos que se encuentren certificados y cuenten con el logo *Qi* garantizan su compatibilidad y características de funcionamiento y operación. Tomado en cuenta estos antecedentes, en el presente trabajo, se utiliza un receptor y un transmisor tipo *Qi* para realizar la carga del dispositivo implantado en prendas de vestir, se elimina la necesidad de cables que puedan salir o ingresar a la prenda de ropa donde, se encuentre instalado.

El receptor *Qi* implementado en el prototipo posee una salida de voltaje de 5Vdc, y logra suministrar una corriente de carga de hasta 800mA. Este elemento cuenta, además, con un conector de tipo micro *USB*. (Stereon, 2020). Por otra parte, el transmisor *Qi* utilizado funciona con una entrada de voltaje de 5V y una corriente de 2A con una potencia de 10W y es capaz de entregar una corriente de hasta 1A a 5V. Tanto el transmisor como el receptor certificados *Qi* logran apreciarse en la imagen 2.5

Imagen 2.5. Elementos del sistema de carga

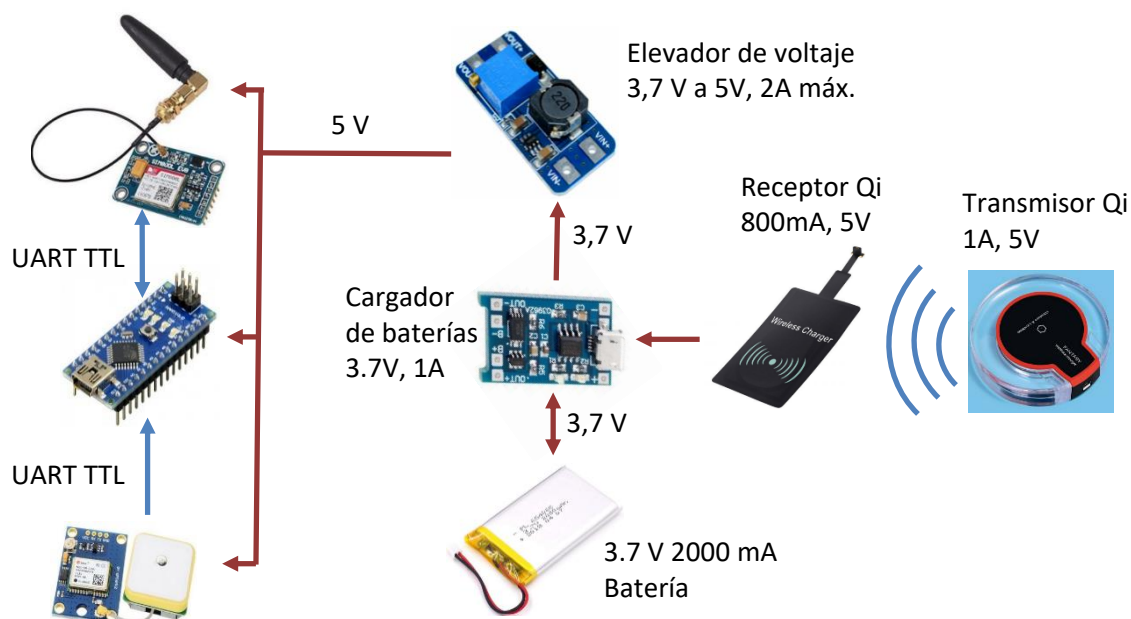


Fuente: elaboración propia

Descripción del prototipo implementado

Una vez ya establecido las características de cada uno de los elementos involucrados en el desarrollo del dispositivo implantado en prendas de vestir y su sistema de carga, a continuación, se detalla la integración de todos los elementos mencionados y su funcionalidad. En la imagen 2.6, es posible observar un esquema general del dispositivo con todos los elementos para su funcionamiento.

Imagen 2.6. Elementos del dispositivo y sistema de carga.



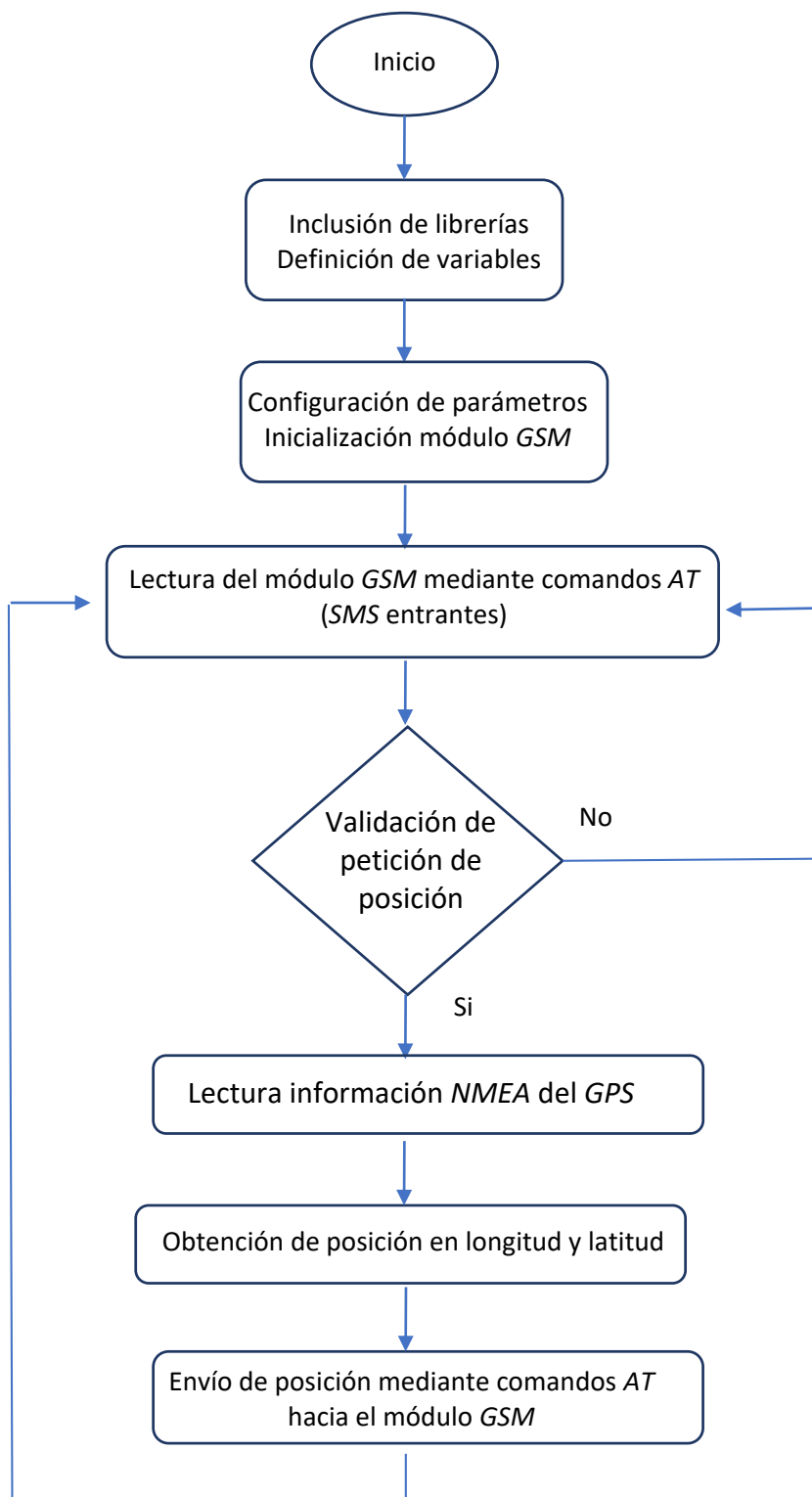
Fuente: elaboración propia

El microcontrolador y el módulo *GSM*, se encuentran conectados por medio de protocolo *UART TTL* a una velocidad de 115200 *baudios*. La comunicación, se basa en comandos *AT*, mediante los cuales el microcontrolador consigue acceder al módulo y hacer tanto peticiones como envíos de información mediante *SMS* al usar la red celular.

El sistema basa su funcionamiento en un principio de solicitud de información, en donde, el *Arduino Nano*, se encuentra continuamente con la revisión existente de mensajes entrantes. En el caso de existir un mensaje entrante, se valida si éste contiene una petición de información de posición. De ser el caso, se realiza una lectura de la información proveniente del dispositivo *GPS*, mediante protocolo *UART TTL*, pero esta vez a 9600 *baudios*. Los datos que son recibidos, se encuentran en el formato *NMEA* y dentro del microcontrolador *mega328p* es validada para poder obtener solo información de latitud y longitud.

Una vez que los datos de posición geográfica son adquiridos, estos son enviados a través del microcontrolador hacia el módulo *GSM* con uso de comandos *AT*, el cual a su vez los enviará como un mensaje de texto a un número celular especificado. A continuación, se presenta el flujo de trabajo que realiza la placa de desarrollo *Arduino Nano* para el envío y recepción de información por medio de *SMS*, ver imagen 2.7.

Imagen 2.7. Diagrama para el envío y recepción de mensajes SMS



Fuente: elaboración propia

El sistema de energía está diseñado para poder cumplir con las especificaciones máximas de corriente del dispositivo *GSM*. Además, debido a la corriente que entrega el receptor Q_i , es posible estimar el tiempo de carga de la batería de la siguiente manera:

$$t = \frac{\text{capacidad de la batería}}{\text{corriente receptor } Q_i}$$

$$t = \frac{2000 \text{ mAh}}{800 \text{ mA}}$$

$$t = 2,5 \text{ h}$$

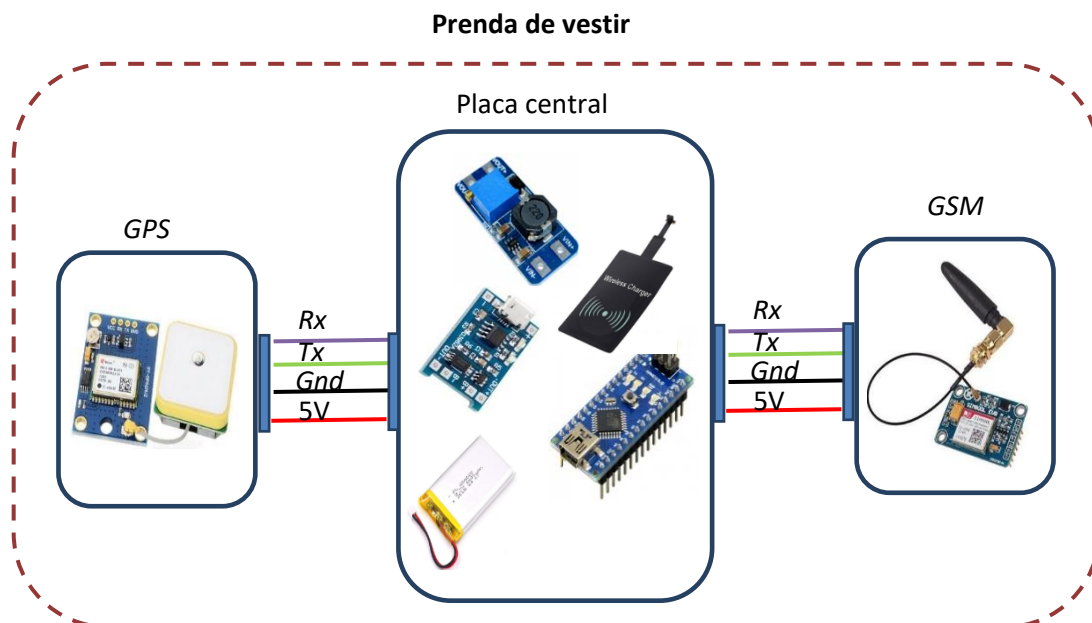
En este caso, se estima un tiempo de carga completa de la batería de alrededor de 2.5 horas. La Autonomía del dispositivo dependerá del uso que le den. En el capítulo correspondiente a pruebas y resultados, se realizarán las pruebas necesarias para determinar el tiempo aproximado de autonomía del dispositivo.

Esquema electrónico y diagrama *PCB*

Debido al tamaño de todos los elementos involucrados en la implementación del dispositivo implantado en prendas de vestir y su sistema de carga de batería, es necesario separar los elementos para poder colocarlos en la prenda de vestir escogida. De esta manera, tanto el *Arduino Nano*, así como todo el sistema de carga, se encontrarán en una placa central y el dispositivo *GPS* y módulo *GSM*, se encontrarán de manera separada mediante una conexión por cable. El esquema propuesto, se presenta en la imagen 2.8.

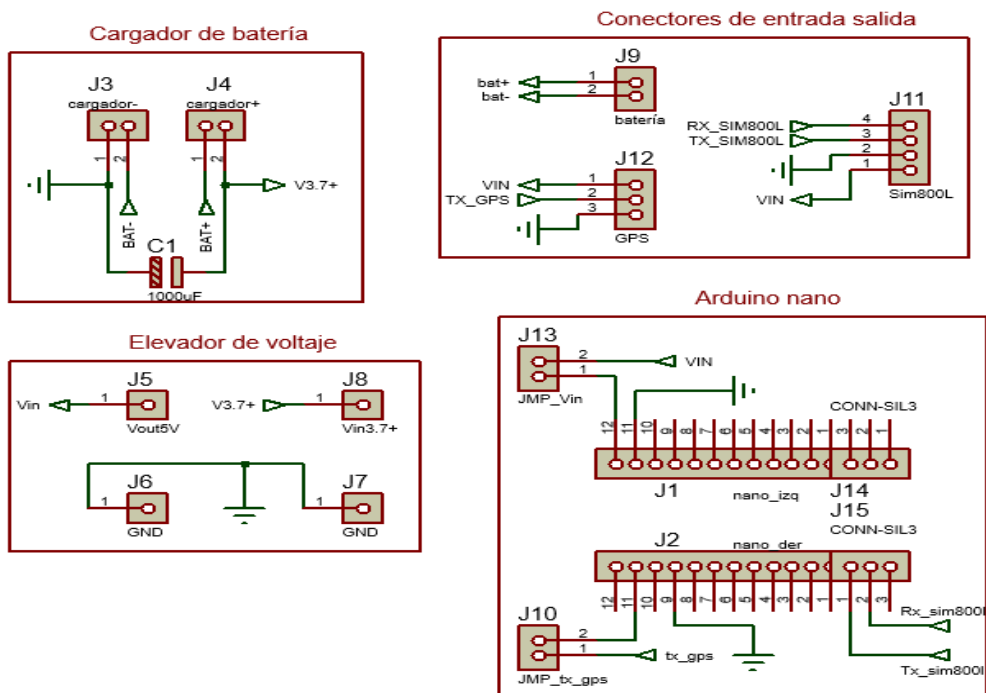
El esquema electrónico de la placa central fue realizado en el *Software* ISIS de PROTEUS. En la imagen 2.8, se encuentra el detalle del esquema electrónico, mientras que en la imagen 2.9, se muestra el esquema para la *PCB (print circuit board)*.

Imagen 2.8. Distribución del dispositivo y sistema de carga



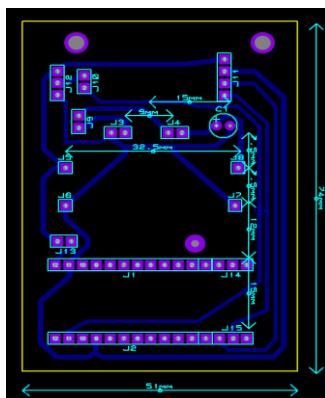
Fuente: elaboración propia

Imagen 2.9. Esquema electrónico de la placa central



Fuente: elaboración propia

Imagen 2.10. Esquema *PCB* de la placa central



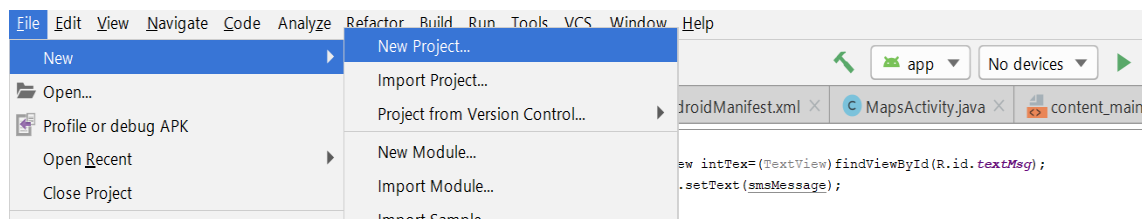
Fuente: elaboración propia

1.3. Desarrollo del proyecto en base a la metodología.

Desarrollo de la *APP* Móvil

Para el desarrollo de la *APP* integrada en la plataforma, se opta por la creación de una aplicación móvil en el entorno de programación *Android Studio*. Para tal efecto, se seguiría una serie de pasos descritos, a continuación. Una vez inicializado el entorno, se procede a la creación de un nuevo proyecto *File>New>New Project* en el menú principal ver Imagen 2.11.

Imagen 2.11. Creación de Nuevo proyecto

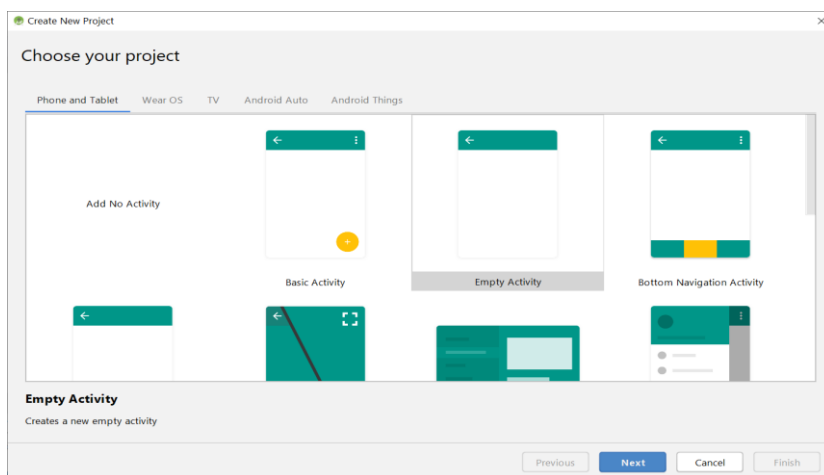


Fuente: elaboración propia

Sí, no se dispone de un proyecto abierto en el cual, se esté trabajando, *Android Studio* muestra una pantalla de bienvenida, en donde, se hace clic en *Start a new Android Studio Project* para crea un nuevo proyecto. Entonces al iniciar un nuevo

entorno de trabajo, el asistente le proporciona información de diferentes plantillas, las cuales inician con algunos códigos y recursos para modificar a su necesidad, en este caso seleccionar *Empty Activity*, clic en *Next*. Ver imagen 2.12.

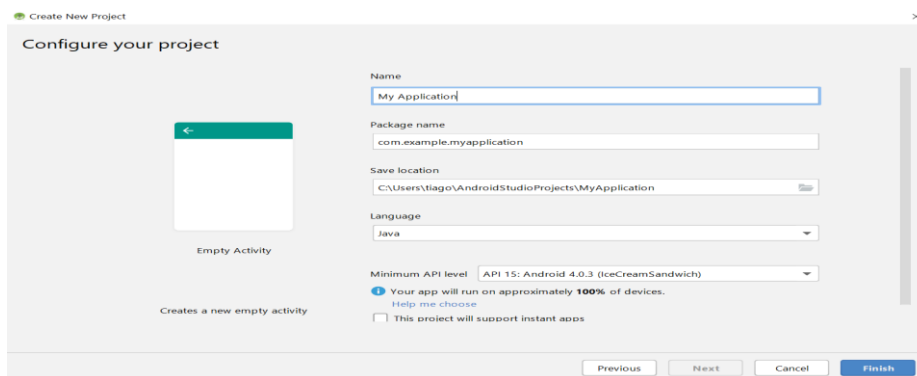
Imagen 2.12. Plantilla de proyecto



Fuente: elaboración propia

En la siguiente ventana proporcionar los datos de nombre de la aplicación, el lugar donde va a estar almacenado el proyecto y seleccionar el lenguaje de programación, es decir, elegir entre *Java* y *Kotlin*, así como también, el versionamiento mínimo para que funcione, en este proyecto, se trabajará con *Java* y *Android 4.0.3*, ver imagen 2.13.

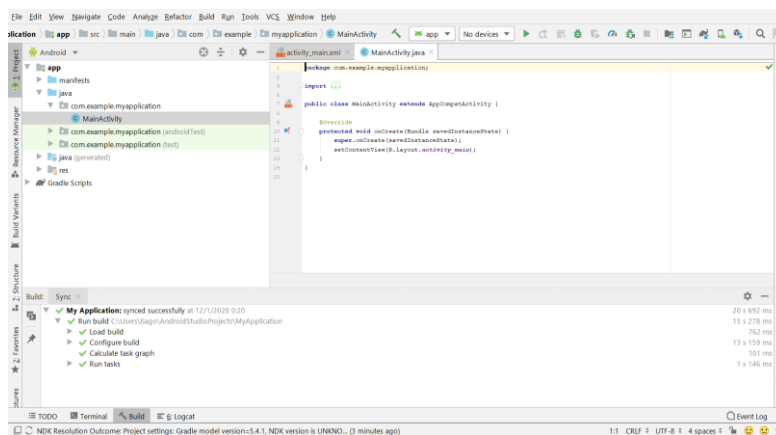
Imagen 2.13. Configuración parámetros generales



Fuente: elaboración propia

El programa generado dispone de un código y recursos básicos, y es posible incrementar diferentes módulos conforme avanza en el funcionamiento de la aplicación; para comenzar, se dispone de la ventana mostrada en la imagen 2.14.

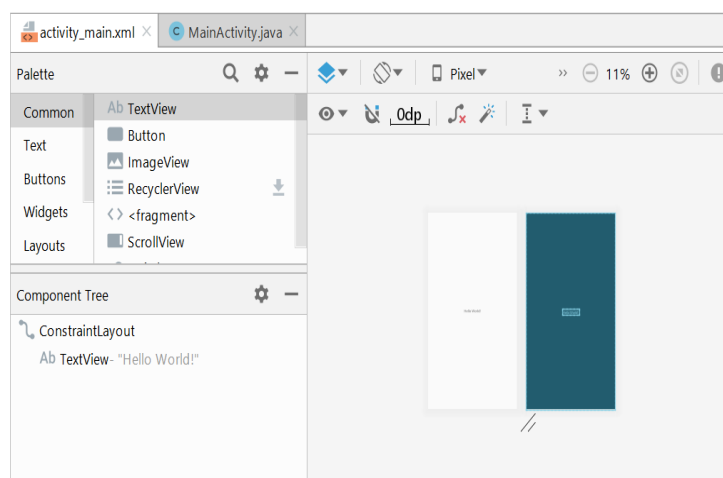
Imagen 2.14. Interfaz inicial del proyecto



Fuente: elaboración propia

En la interfaz, se distinguen dos campos importantes en donde, se van a realizar las modificaciones; el primero *MainActivity.java*; y el *activity_main.xml*. Ver imagen 2.15.

Imagen 2.15. Ventana de *Activity_main.xml*



Fuente: elaboración propia

La parte visual, se la realiza en el *MainActivity.Java*, en donde, se importa paquetes, crear variables y funciones para el funcionamiento de la *APP*; mientras que en *activity_main.xml*, se desarrolla la parte visual, se colocan etiquetas, botones y podrá visualizarse la posición. En la ventana de *activity_main.xml*, se colocan los siguientes visualizadores y botones, ver imagen 2.16.

TextView: Los *items* 1, 3, 4, 5, 7 corresponden a un objeto tipo *TextView*, es un *widget* que permite ver y editar el texto en el *buffer*, se modifica para distinto tamaño de texto, en este caso, se utiliza para dar el nombre a los campos que están debajo de cada *TextView*.

ListView: El *item* 2 corresponde a un objeto de tipo *ListView*, en este desplegará una lista de valores e interactuar con los elementos (seleccionarlos, borrarlos, reordenarlos, etc.). El control *ListView* está optimizado para dispositivos táctiles.

Phone: El *item* 6 corresponde a un objeto de tipo *TextView*, pero este *widget* tiene una función especial, el cual está diseñado para ingresar números, por eso, se lo encuentra como *Phone*.

MultilineText: El *item* 8 corresponde a un objeto tipo *MultilineText*, en este, se logran incluir cadenas de *strings* o enteros con una mayor cantidad de datos.

Button: Finalmente, la portada de la *APP* cuenta con un objeto tipo *Button*, en este, se programa acciones al realizar clic sobre él.

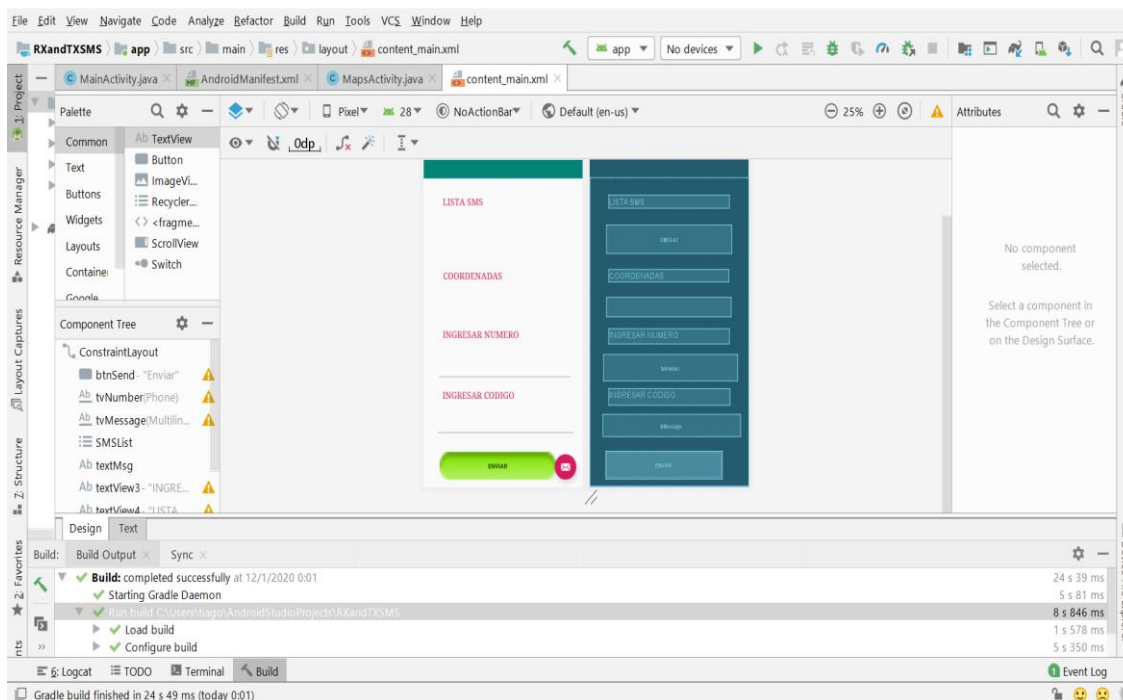
Imagen 2.16. Portada de la APP móvil



Fuente: elaboración propia

A todos estos componentes, se les asocia un identificador (Id), el cual, se utiliza en la ventana de la programación lógica del funcionamiento para que realicen la actividad programada. La primera parte, se observa en la imagen 2.17.

Imagen 2.17. Interfaz gráfica de la aplicación móvil



Fuente: elaboración propia

Para cumplir con los requerimientos del sistema, la aplicación tendrá que recibir y enviar un *SMS*; razón por la cual, es necesario realizar un *BroadcastReceiver*. El *Broadcasts Receiver* llega a ser un *listener* que atiende a eventos del sistema, lanzados por el sistema operativo SO del teléfono celular o eventos lanzados por aplicaciones. El evento podrá incluir información adicional en un *Intent*.

Recepción de *SMS*

En este proyecto en la clase *Intent*, se consigue ver los eventos lanzados por el SO, para esto, se hereda la clase *Broadcast Receiver* que será ejecutada al recibir un mensaje de texto *SMS* en el teléfono, en donde, el evento *Intent* devolverá el número más el contenido del *SMS*.

Esta programación, se realiza al crear una nueva clase que tendrá el nombre de *MessageReceiver.java* ver imagen 2.18.

Imagen 2.18. Programación *BroadcastReceiver*

```

10 import com.example.rxandtxsms.MainActivity;
11
12 public class MessageReceiver extends BroadcastReceiver {
13
14     public static final String SMS_BUNDLE = "pdus";
15
16     @Override
17     public void onReceive(Context context, Intent intent) {
18         Bundle intentExtras = intent.getExtras();
19         if (intentExtras != null) {
20             Object[] sms = (Object[]) intentExtras.get(SMS_BUNDLE);
21             String smsMessageStr = "";
22             for (int i = 0; i < sms.length; ++i) {
23                 SmsMessage smsMessage = SmsMessage.createFromPdu((byte[]) sms[i]);
24
25                 String smsBody = smsMessage.getMessageBody().toString();
26                 String address = smsMessage.getOriginatingAddress();
27
28                 smsMessageStr += "SMS From: " + address + "\n";
29                 smsMessageStr += smsBody + "\n";
30             }
31             Toast.makeText(context, smsMessageStr, Toast.LENGTH_SHORT).show();
32
33             //this will update the UI with message
34             MainActivity inst = MainActivity.getInstance();
35             inst.updateList(smsMessageStr);
36         }
37     }
38 }

```

Fuente: elaboración propia

Para que el *Broadcast Receiver* sea invocado, se registraría en el sistema operativo; se realiza de dos formas:

En el *AndroidManifest.xml*, todos los *Broadcast Receiver*, que se registren de esta forma son llamados siempre; aunque la aplicación no esté en ejecución. La restricción es que la aplicación tiene que ser ejecutada al menos una vez, ver imagen 2.19.

Imagen 2.19. Registro de evento *Intent*

```

40         android:name=".MapsActivity"
41         android:label="Map"></activity>
42     <activity
43         android:name=".MainActivity"
44         android:label="RXandTXSMS"
45         android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
46         <intent-filter>
47             <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
48             <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
49         </intent-filter>
50     </activity>
51
52     <receiver
53         android:name=".MessageReceiver"
54         android:exported="true">
55         <intent-filter android:priority="999">
56             <action android:name="android.provider.Telephony.SMS_RECEIVED" />
57         </intent-filter>
58     </receiver>
59 </application>
60
61 </manifest>

```

manifest > application > activity > intent-filter

Fuente: elaboración propia

La segunda es de forma programática, que en este proyecto no es ocupada.

Se configura el evento, el cual alerta la existencia de un mensaje de texto, pero adicional en la APP, se rellena un *List View* con todos los SMS, que se tengan en el buzón de entrada. Ver imagen 2.20.

Imagen 2.20. *List View* para indicar SMS del buzón

```

59
60     @Override
61     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState)
62     {
63         super.onCreate(savedInstanceState);
64         setContentView(R.layout.activity_main);
65         smsListView = (ListView) findViewById(R.id.SMSList);
66         arrayAdapter = new ArrayAdapter<String>(context: this, android.R.layout.simple_list_item_1, smsMessagesLi:
67         smsListView.setAdapter(arrayAdapter);
68         smsListView.setOnItemClickListener(this);
69         refreshSmsInbox();
70

```

Fuente: elaboración propia

En la Aplicación, se puede apreciar un *widget* al recibir un *SMS*. Ver imagen 2.21

Imagen 2.21. APP móvil *widget* de *SMS* recibido



Fuente: elaboración propia

El *widget* notifica la llegada de un *SMS*, se puede dar clic en el *ListView* para seleccionar el contenido de este. Para ello, se realiza una separación de los demás *SMS* de la lista y del mensaje seleccionado, se procede a almacenar en forma de constantes el contenido de Latitud y Longitud, ver imagen 2.22.

Imagen 2.22. Separación de contenido del SMS

```

109 public void updateList(final String smsMessage) {...}
113 public void onItemClick(AdapterView<?> parent, View view, int pos, long id) {
114     try {
115         String[] smsMessages = smsMessagesList.get(pos).split( regex: "\n");
116         String address = smsMessages[0];
117         String smsMessage = "";
118         for (int i = 1; i < smsMessages.length; ++i) {
119             smsMessage += smsMessages[i];
120         }
121         String smsMessageStr = address + "\n";
122         smsMessageStr += smsMessage;
123         Toast.makeText( context: this, smsMessageStr, Toast.LENGTH_SHORT).show();
124         /*****CONTENIDO DEL SMS*****/
125         TextView intTex=(TextView)findViewById(R.id.textMsg);
126         intTex.setText(smsMessage);
127         String[] parts = smsMessage.split( regex: "Longitude:");
128         String part1 = parts[0]; // Latitude:-0.169859
129         String Lon = parts[1]; // -78.471069
130         String[] partslat = part1.split( regex: ":" );
131         String partlat1 = partslat[0]; // Latitude
132         String Lat = partslat[1]; // -0.169859
133         //intTex.setText(partlat2);
134         /***** on eso graficar la localizacion*/
135         Intent inten =new Intent( packageContext: MainActivity.this, MapsActivity.class);
136         double latt = Double.parseDouble(Lat);
137         double lonn = Double.parseDouble(Lon);

```

Fuente: elaboración propia

Al dar clic sobre el último SMS recibido, los datos separados de Latitud y Longitud son copiados al *TextView* de nombre coordenadas. Ver imagen 2.23.

Imagen 2.23. Obtención de coordenadas en aplicación móvil



Fuente: elaboración propia

Coordenadas en *Google Maps*

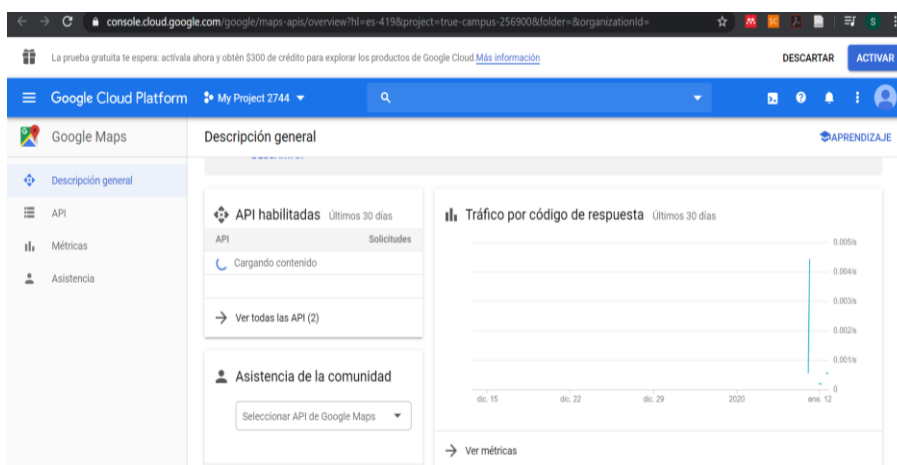
Google Maps proporciona el servicio de cartografía online, se usa con las aplicaciones *Android*, para ello hay que tener ciertas consideraciones:

- Tener instalado *Google Play*.
- *Google Maps* no es un *software* libre, está limitado a una serie de condiciones de servicio.
- Solo dispone de 3 Apis: mapas, rutas y lugares.
- Las llamadas gratuitas a las *APIs*, se han limitado de 25000 peticiones diarias a 28000 por mes.
- Para utilizar el API de *Google Maps*, el desarrollador tendrá una llave valida, actualizada.
- Una de las ventajas es la de incluir propaganda en los mapas, al igual que en aplicaciones de pago.

Para usar el servicio de *Maps* es necesario la obtención de la clave *Google Maps* y registrar la aplicación que lo utilizará. Para ello, se realizan los siguientes pasos:

- 1.- Para obtener la clave referir a la siguiente página *web* <https://code.google.com/apis/console/>
- 2.- Una vez iniciada la sesión, se procede a crear un nuevo proyecto, en el cual. se coloca cualquier nombre. Ver imagen 2.24.

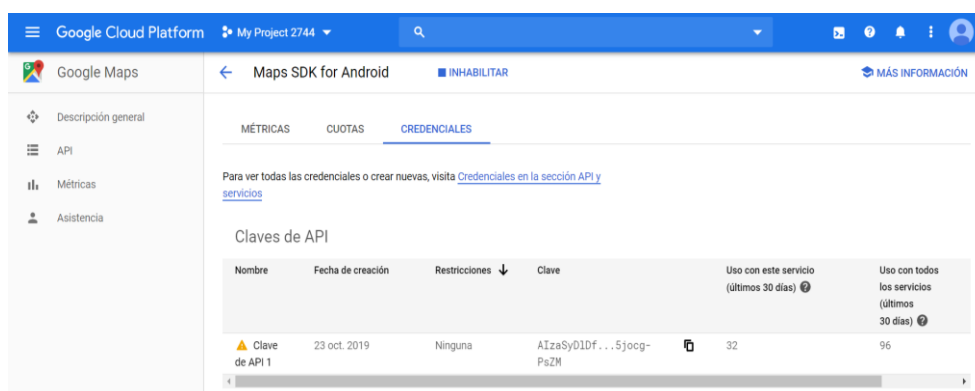
Imagen 2.24. Inicio de sesión en *Google Cloud*



Fuente: elaboración propia

3.- Una vez generado un nuevo proyecto, al seleccionar varias *APIs*, las cuales proporcionan claves para el uso del *Maps*, en este proyecto, se habilita *Maps SDK Android*. En la pestaña de credenciales, se podrá copiar el *Key* generado para su uso. Ver imagen 2.25.

Imagen 2.25. Clave para *SDK* de *Android*



Fuente: elaboración propia

4.- Con la clave general es necesario regresar a la plataforma *Android Studio*; y en la venta de *Android Manifest* ingresar el siguiente código. Ver imagen 2.26.

Imagen 2.26. Clave de *Maps* en *Android Studio*

```

Activity.java x MessageReceiver.java x AndroidManifest.xml x MapsActivity.java x content_main.xml x
android:theme="@style/AppTheme">

<!--
The API key for Google Maps-based APIs is defined as a string resource.
(See the file "res/values/google_maps_api.xml").
Note that the API key is linked to the encryption key used to sign the APK.
You need a different API key for each encryption key, including the release key that is used to
sign the APK for publishing.
You can define the keys for the debug and release targets in src/debug/ and src/release/.
-->
<meta-data
    android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
    android:value="AIzaSy01DfNMtp70Y1VDxTYE2q55jocg-PsZM" />

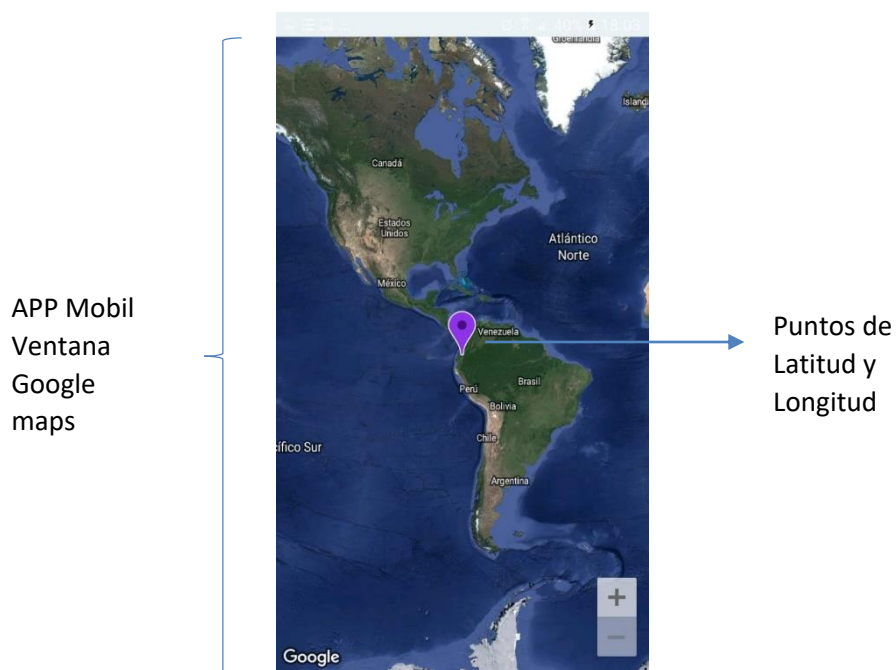
<activity
    android:name=".MapsActivity"
    android:label="Map"></activity>
<activity
    android:name=".MainActivity"
    android:label="@string/SMS"
    android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
    <intent-filter>
        <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
        <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
    </intent-filter>
</activity>

```

Fuente: elaboración propia

Con esto, la aplicación queda autorizada para realizar peticiones al servicio de *Google Maps* creado. Una vez filtrado los datos de longitud y latitud, la aplicación abre automáticamente otra ventana, en la cual, se observa la posición a la que hacen referencias esos valores ver imagen 2.27.

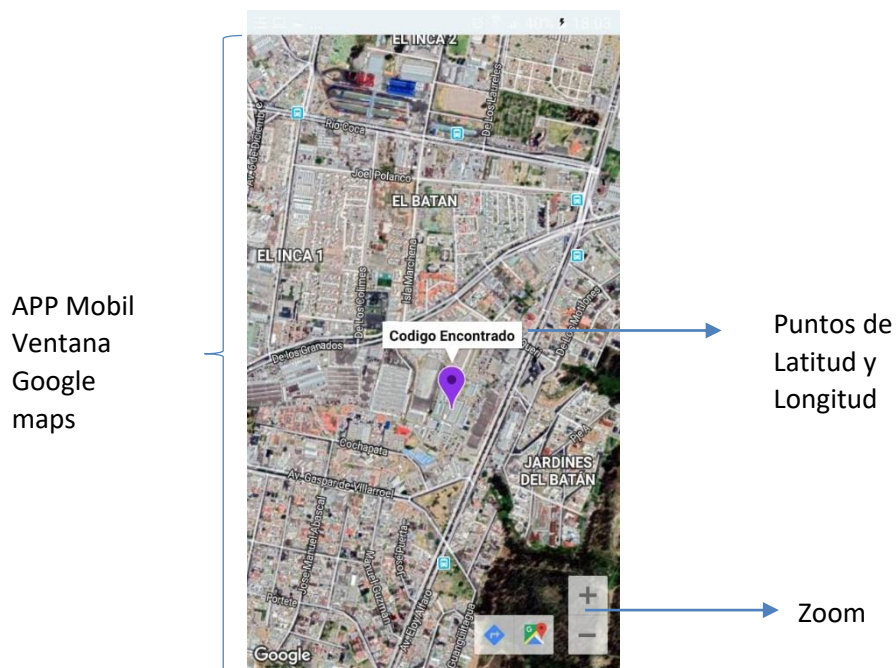
Imagen 2.27. Ventana de *Google Maps* en APP móvil



Fuente: elaboración propia

Al navegar en esta ventana, se realiza las funciones de *zoom*, o abrir *Maps* instalado en el celular y podrá obtener de cerca la posición del código recibido; cómo, se observa en la imagen 2.28.

Imagen 2.28. Punto de localización visible en el mapa



Fuente: elaboración propia

Con esto, se grafica en tiempo real los datos recibidos del dispositivo del adulto mayor.

Envió de SMS

Para generar una nueva petición de ubicación, la aplicación podrá enviar un SMS al dispositivo implantado en prendas de vestir, para ello la aplicación cuenta con los siguientes elementos ver imagen 2.29.

Imagen 2.29. APP móvil envío de SMS



Fuente: elaboración propia

En el *MainActivity*, se programa el método *OnClick*, el cual enviará el SMS al ingresar el número y el contenido del SMS ver imagen 2.30, así también, se activará un *widget*, en el cual, se observa que fue enviado.

Imagen 2.30. Main Activity

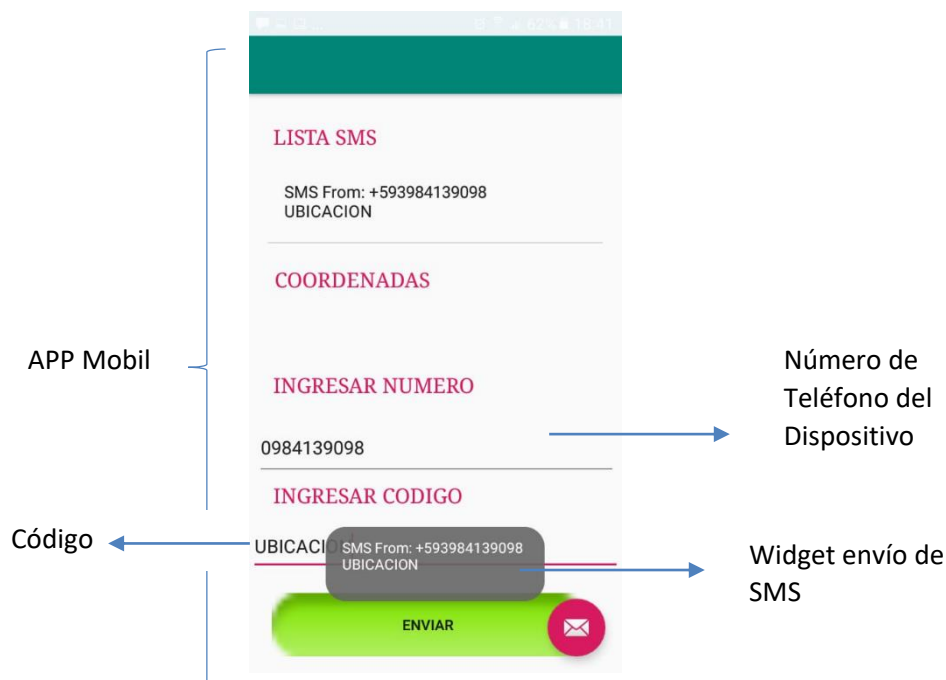
```

MainActivity.java x MessageReceiver.java x AndroidManifest.xml x MapsActivity.java x content_main.xml x
Q-
65 smsListView = (ListView) findViewById(R.id.SMSList);
66 arrayAdapter = new ArrayAdapter<String>( context: this, android.R.layout.simple_list_item_1, smsMessagesLi
67 smsListView.setAdapter(arrayAdapter);
68 smsListView.setOnItemClickListener(this);
69 refreshSmsInbox();
70
71 /******codeSMS envio*****/
72 intentFilter = new IntentFilter();
73 intentFilter.addAction("SMS_ACCION_ACEPTADA");
74
75 btnSend=(Button) findViewById(R.id.btnSend);
76 tvMessage=(EditText) findViewById(R.id.tvMessage);
77 tvNumber=(EditText) findViewById(R.id.tvNumber);
78 btnSend.setOnClickListener((view) -> {
83 String myMsg = tvMessage.getText().toString();
84 String theNumber = tvNumber.getText().toString();
85 sendMsg(theNumber,myMsg);
86
87 });
88 /******
89
90
91 }
  
```

Fuente: elaboración propia

Para enviar el SMS, se coloca el número de teléfono del dispositivo y un código; en este caso colocar la palabra UBICACIÓN con mayúscula, ver imagen 2.31.

Imagen 2.31. Método *OnClick* envío de SMS




Fuente: elaboración propia

Por medio de esta aplicación, se envía el SMS de texto al dispositivo y este responderá con un mensaje que contenga datos de latitud y longitud, lo cual permitirá ver en la ubicación en donde, se encuentra el usuario que porta el dispositivo.

Fase de Estabilización en el Sistema

Finalmente, la fase de Estabilización de la metodología *Mobile-D*, se aprecia en la imagen 2.32, en donde está la aplicación más el dispositivo listo para realizar la fase de pruebas.

Imagen 2.32. Fase de Estabilización



LISTA SMS

SMS From: +593979489936
Latitude :-0.169913
Longitude:-78.471122

COORDENADAS

Latitude :-0.169913Longitude:-78.471122

INGRESAR NUMERO

0979489936

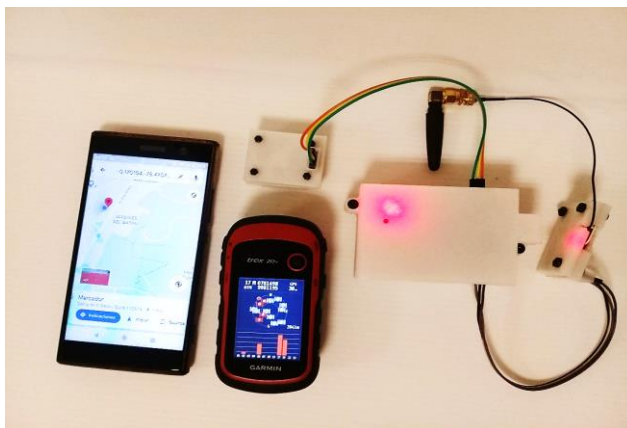
INGRESAR CODIGO

UBICACION

ENVIAR

APP

Dispositivo



Fuente: elaboración propia

La fase de pruebas de la metodología *Mobile-D*, se realiza en el capítulo 3 correspondiente al de pruebas y análisis de resultados.

CAPITULO III. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo, se realizan diversas pruebas al prototipo correspondiente a la fase final de la metodología *Mobile-D* con el fin de establecer características de operación respecto de autonomía, diseño y funcionalidades. Para esto, se establecen parámetros de operación en un entorno controlado.

Los parámetros que servirán como base en las pruebas a realizar son:

- El dispositivo será colocado en una bufanda.
- Al ser un prototipo, la prenda de vestir no será sometida a ambientes húmedos ni contacto directo con agua.
- El lugar de pruebas permite que el dispositivo *GPS* pueda conectarse a satélites para obtener la posición de la persona.
- El lugar de pruebas presenta las facilidades para obtener una conexión a la operadora móvil utilizada en el proyecto.

1.4. Implementación del dispositivo

Los elementos utilizados, así como la placa electrónica con el sistema micro controlado, se visualizan en la imagen 3.1.

Imagen 3.1. Elementos del sistema de localización



a) Sistema micro controlado y de energía



b) GPS NEO 6M

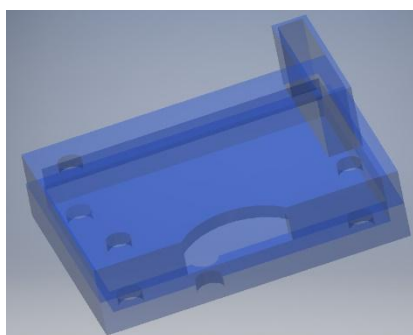


c) Sim 800L

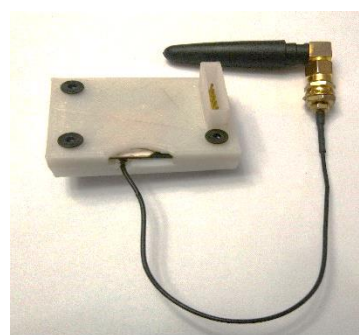
Fuente: elaboración propia

Después de realizado el diseño electrónico, se procede a diseñar las carcasas para cada uno de los componentes electrónicos (ver imagen 3.2, 3.3, 3.4). El material utilizado fue *PLA* mediante el uso de una impresora 3D.

Imagen 3.2. Diseño e implementación carcasa para sim 800L



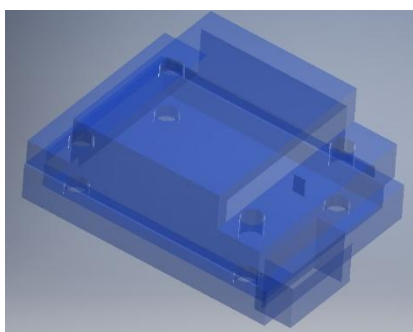
a) Diseño inventor



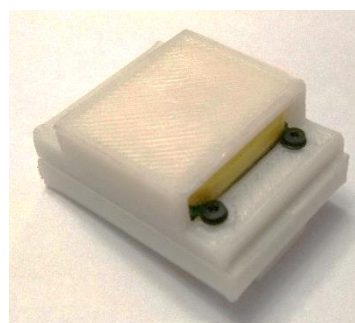
b) Impresión 3D con Sim 800L

Fuente: elaboración propia

Imagen 3.3. Diseño e implementación carcasa para GPS



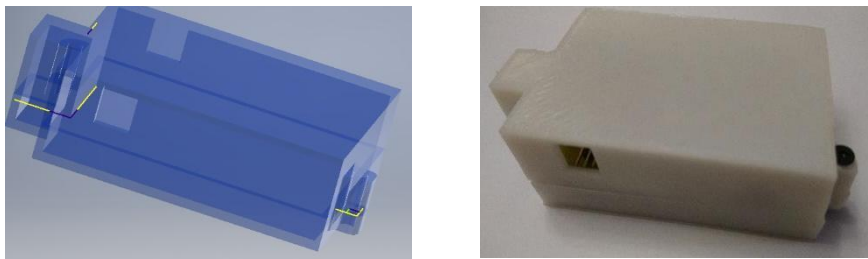
a) Diseño inventor



b) Impresión 3D con GPS NEO 6M.

Fuente: elaboración propia

Imagen 3.4. Diseño e implementación carcasa sistema micro controlado.



a) Diseño inventor b) Impresión 3D con sistema micro controlado y de energía.

Fuente: elaboración propia

El dispositivo final implementado en la prenda de vestir (bufanda, se aprecia en la imagen 3.5).

Imagen 3.5. Dispositivo vestible implementado en bufanda.



Fuente: elaboración propia

1.5. Análisis de resultados

Sistema de energía.

Con el fin de comprobar el consumo de energía del dispositivo, se procedió a medir la corriente en un estado de funcionamiento normal. Los rangos de corriente, se encuentran en un rango entre los 130 mA y 250mA. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la batería colocada es de 2000mAh, y que para evitar daños no deberá descargarse a menos del 15%. Sólo tendría a disposición una capacidad de 1700mAh.

Basados en la capacidad total de la batería, se tienen dos escenarios de duración de la batería:

a) Consumo de 130mA.

$$t = \frac{1700mAh}{130mA} = 13h$$

b) Consumo de 250mA.

$$t = \frac{1700mAh}{250mA} = 6.8h$$

Si bien en el envío de un mensaje los picos de corriente llegan a aumentar hasta la corriente máxima de funcionamiento del dispositivo sim800L, estos, se consideran esporádicos y bajo demanda. Por lo tanto, los tiempos de autonomía de 13h y 6.8h logran verse reducidos en función del número de consultas realizadas.

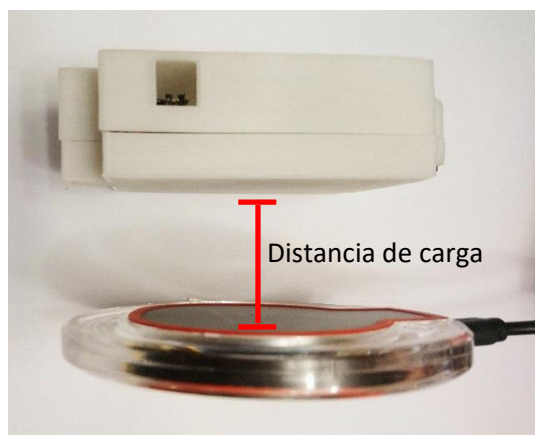
Para el análisis de sistema de carga inalámbrica, se parte de una capacidad al 15% del valor total de la batería, es decir, 300mAh. Se tiene que llegar hasta el valor de capacidad de batería de 2000mAh. El dispositivo transmisor de Qi utilizado administra hasta 1A a 5V. Mientras que el dispositivo receptor llega a cargarse a razón de hasta 800mA. Por lo tanto, se toma en cuenta estas características, se fijará como límite máximo de carga el especificado por el receptor Qi.

Con estas características, se procede a realizar un cálculo estimado del tiempo de carga del dispositivo.

$$t = \frac{2000mAh - 300mAh}{800mA} = 2,125h = 127.5 \text{ min}$$

Además, debido a que la tecnología de carga inalámbrica funciona de manera adecuada en cortas distancias (menores a 2cm), se procede a realizar pruebas de distancia para carga entre el receptor y transmisor Q_i .

Imagen 3.6. Distancia entre el receptor y transmisor Q_i



Fuente: elaboración propia

En la tabla 3.1, se presentan las distancias en las cuales es posible una carga inalámbrica del dispositivo.

Tabla 3.1. Estado de carga del dispositivo para distintas distancias

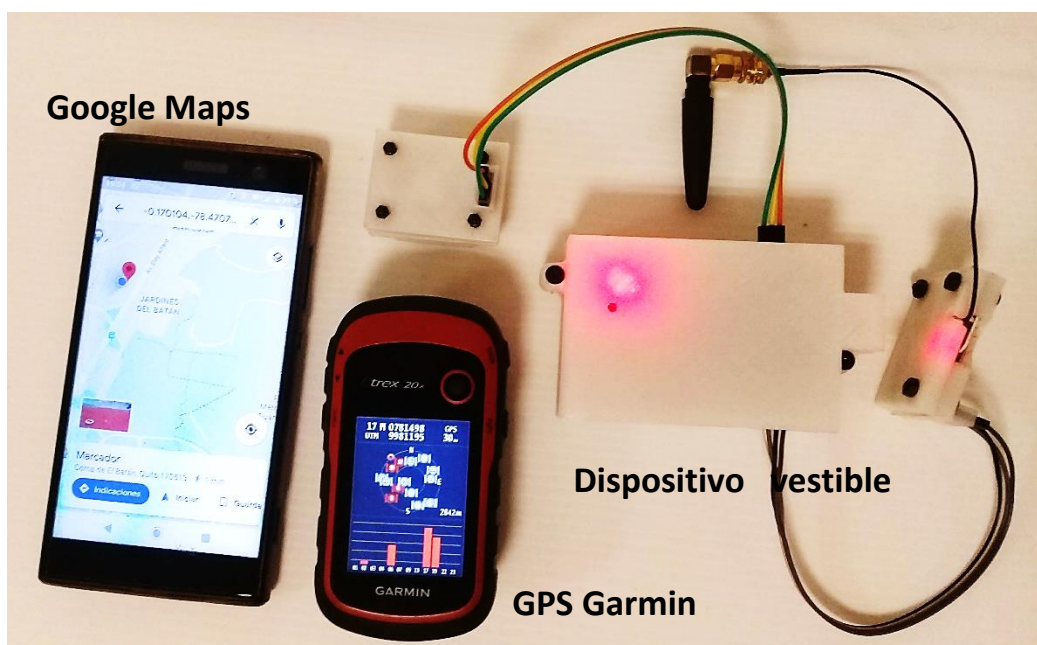
Distancia de carga [mm]	Estado de carga
5	Cargando
10	Cargando
15	Cargando
16	Cargando
18	No carga

Fuente: elaboración propia

Localización

Para corroborar el funcionamiento del dispositivo en cuanto a la adquisición de la posición, se ha hecho una comparativa con un *GPS* marca *Garmin eTrex 20x* (Anexo D), un teléfono celular *Xperia XA2* con aplicación de *Google Maps* y el dispositivo vestible desarrollado (ver imagen 3.7).

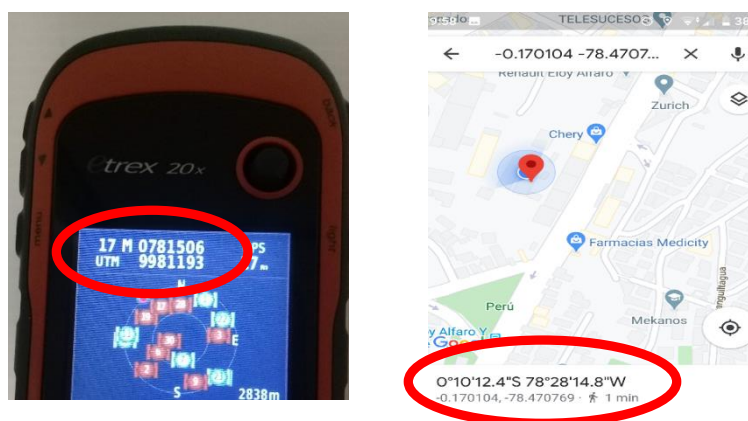
Imagen 3.7. Adquisición de coordenadas de localización



Fuente: elaboración propia

En la imagen 3.8, se aprecia los datos de las coordenadas obtenidas por los dispositivos comerciales.

Imagen 3.8. Comparativa de dispositivos de coordenadas de localización.



Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que el dispositivo *GPS* Garmin *eTrex 20x*, entrega la información en formato UTM, el cual para poder hacer la comparativa tiene que ser transformado a formato decimal. Para ello, se utiliza un conversor de unidades geográficas disponible en: <http://www.rcn.montana.edu/Resources/Converter.aspx>.

La conversión, se aprecia en la imagen 3.9

Imagen 3.9. Conversión de unidades geográficas UTM a grados decimales

Convert Geographic Units

NOTE: UTM and NATO easting and northing values are rounded to the nearest meter. Conversions to NATO coordinates are only done for the WGS84 ellipsoid.

Select Map Datum

WGS 84

Decimal Degrees

Latitude: -0.16998598007102128 Longitude: -78.47099272451662

Convert Decimal Degrees Reset Form

Degrees, Minutes, Seconds

Latitude:
Degrees: 0 Minutes: 10 Seconds: 11.9495 Hemisphere: S/-
Longitude:
Degrees: 78 Minutes: 28 Seconds: 15.5738 Hemisphere: W/-

Convert Degrees, Minutes, Seconds Reset Form

Standard UTM

Zone: 17 Hemisphere: S Easting: 0781506 Northing: 9981193

Convert Standard UTM Reset Form

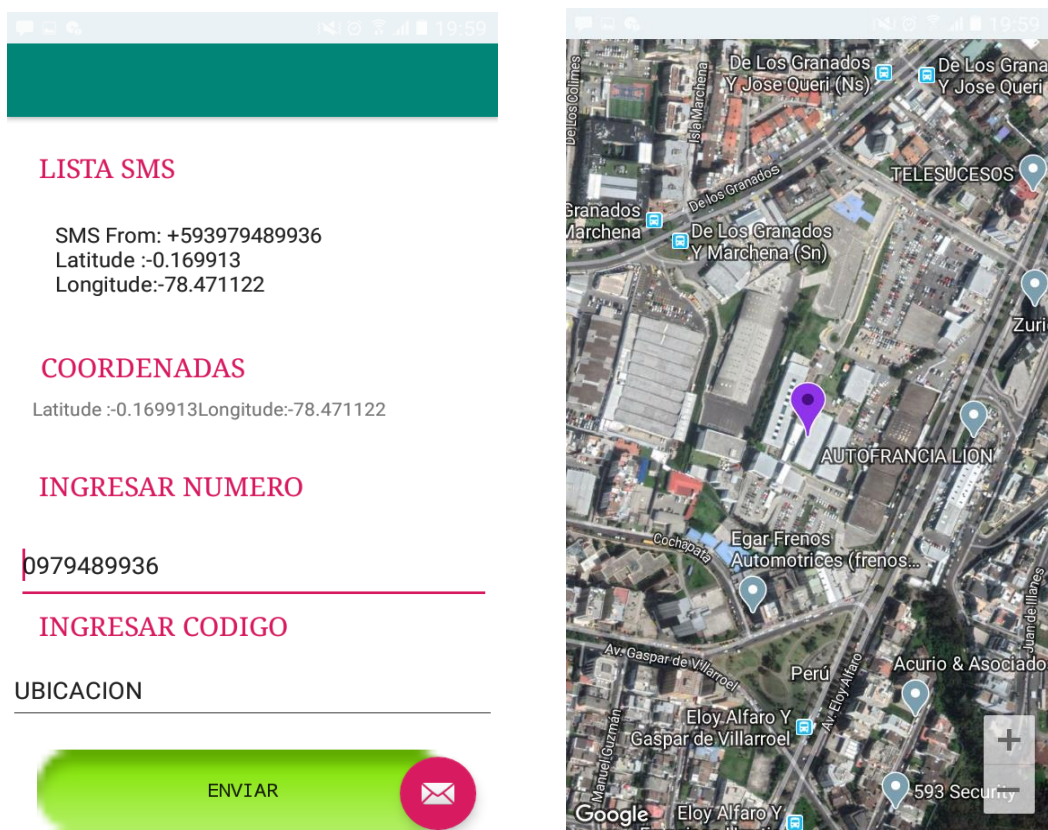


[Click for larger version in new window](#)

Fuente: elaboración propia

Finalmente, se dispone de los datos adquiridos por medio de la aplicación móvil diseñada para el sistema de localización

Imagen 3.10. Aplicación desarrollada



a) Pantalla principal

b) Mapa con las coordenadas recibidas.

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 3.2, se muestra un resumen de las coordenadas obtenidas por los 3 dispositivos.

Tabla 3.2. Comparativa de datos de (localización) en grados decimales.

Dispositivo	Longitud	Latitud
GPS Garmin eTrex 20x	-78.470992	-0.169985
Sony Xperia XA2	-78.470769	-0.170104
Sistema de localización desarrollado	-78.471122	-0.169913

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.6. Conclusiones

Tomado en consideración el análisis teórico realizado, se concluye que los dispositivos para implementación en prendas de vestir enfocados a la localización de personas son de suma importancia especialmente en grupos de la tercera edad. El estudio muestra, además, que existen varias empresas dedicadas al desarrollo de estos dispositivos, precisamente por la relevancia que toma el cuidado del adulto mayor en la actualidad.

- Se realizó una búsqueda de información de dispositivos y aplicaciones a nivel comercial, así como también, investigaciones, que se encuentren desarrollo para la actualidad. De aquí, se aprecia que, si bien existen varios dispositivos en el mercado, la información que manejan y su funcionamiento no son de libre acceso. Por lo tanto, se concluye que el uso de sistemas de localización que sean de libre acceso ayudarían al desarrollo de prototipos y dispositivos comerciales especialmente en países en vías de desarrollo.
- Con base a encuestas dirigidas especialmente a personas que tienen bajo su cuidado a personas de la tercera edad y la entrevista a un médico especialista en geriatría del Hospital SANTA INÉS Ambato, se definen los requerimientos necesarios para el desarrollo de la aplicación móvil.
- En cuanto al desarrollo de la aplicación, ésta fue realizada en *Android Studio*, principalmente debido a la compatibilidad que este presenta con la mayoría de los dispositivos móviles. Una de sus principales características es la capacidad de poder realizar bajo pedido la consulta de localización de la persona que tenga o encuentre con el dispositivo de tipo vestible.
- Finalmente, la validación mediante pruebas desarrolladas y los resultados obtenidos muestran que el dispositivo cumple con las características requeridas, al ser capaz de proporcionar la ubicación de una persona y visualizarla en un mapa.

1.7. Recomendaciones

La realización de estudios previos o estados del arte en cuanto a tecnologías disponibles y elementos utilizados en dispositivos tipo “*wearables*” o también, llamados vestibles, resulta de vital importancia para el desarrollo de futuras aplicaciones.

La tecnología existente y las nuevas tendencias tendrán que ser evaluadas de manera que sea posible considerar soluciones que permitan desarrollar dispositivos de bajo costo y con las prestaciones necesarias para su correcto funcionamiento en condiciones de uso diario en prendas de vestir.

Con el fin de poder globalizar el uso de esta clase de dispositivos y garantizar si compatibilidad en todos los dispositivos móviles, es necesario, además, el desarrollo de la aplicación para dispositivos que operen con *iOS* de *Apple*.

Para una implementación real es necesario evaluar las políticas de seguridad y privacidad del grupo de personas foco del estudio, con el fin de que el dispositivo pueda cumplir con todas las reglamentaciones y características requeridas por los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Alquinga, A. K. (2017). *El abandono del Adulto Mayor, vulnera los Derechos del Buen Vivir en la zona de Quitumbe del Distrito Metropolitano de Quito, en el año 2016*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Alves, Nicolas; Anza, Carlos; Espinga, R. (2015). Proyecto: Wireless Qi Charger. Amazon. (2020a). DC 3.7V 2000mAh 654065. Recuperado de https://www.amazon.com/-/es/gp/product/B07S75L945/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o05_s00?ie=UTF8&psc=1
- Amazon. (2020b). Hangang GPS Tracker localizador GPS en. Recuperado de <https://www.amazon.es/dp/B0798M28WY?tag=javiersabe-21&linkCode=ogi&th=1&psc=1>
- APKPure. (2020a). Family Locator, GPS Tracker. Recuperado de https://apkpure.com/es/family-locator-gps-tracker/com.gpswox.Android_projects.familylocator
- APKPure. (2020b). Hoverwatch - Free Mobile Tracker. Recuperado de <https://apkpure.com/es/telastankamr/com.hoverAPP.hoverwatchAPPInc>
- Apple Inc. (2017). Find My Friends. Recuperado de <https://APPS.APPle.com/us/APP/find-my-friends/id466122094>
- Apple Inc. (2020). Locate a lost or stolen device. Recuperado de <https://support.APPle.com/en-us/HT210515>
- Aprendiendoarduino. (2020). Arquitecturas IoT. Recuperado de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/11/arquitecturas-iot/>
- Arduino. (2020). ARDUINO NANO. Recuperado de

<https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>

Arduinove. (2020). Convertidor DC-DC MT3608. Recuperado de <http://www.arduinove.com/index.php?route=common/home>

Ayala Guanina, F. P., & Segovia Bedón, P. del P. (2016). Implementación de una aplicación móvil, empleando la metodología *Mobile-D*, para la geolocalización de centros de atención médica junto a sus profesionales requeridos, en las parroquias urbanas del cantón Latacunga en el periodo 2015. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2051>

Blasco, L. (2018). Cómo funcionan los microchips que se implantan bajo la piel y permiten pagar sin efectivo ni tarjeta.

Brandon. (2018). *Google Maps te permitirá compartir tu ubicación al momento*. <https://sipse.com/tecnologia/aplicaciones-APP-Google-maps-actualizacion-ios-iphone-ubicacion-tiempo-real-313943.html>

Cascajo Sastre, M. (2018). Barreras para la adopción de IoT. Recuperado de <https://empresas.blogthinkbig.com/barreras-para-la-adopcion-de-iot/>

Coban. (2013). *GPS watch tracker GPS-308*. Recuperado de <http://www.coban.net/html/2017/10/30/2017103008271381250054.html>

Dualtronica. (2020). SIM800L GSM GPRS. Recuperado de <https://dualtronica.com/modulos/186-modulo-sim800l-gsm-gprs.html>

Electronilab. (2020a). Módulo Cargador Batería de LiPo 1A Micro Usb 5V – TP4056. Recuperado de <https://electronilab.co/tienda/modulo-cargador-bateria-de-lipo-1a-micro-usb-5v/>

Electronilab. (2020b). Módulo GPS Ublox NEO-6M v2 con memoria EEPROM. Recuperado de <https://electronilab.co/tienda/modulo-gps-ublox-NEO-6m-v2-con-memoria-eprom/>

Farmavanza. (2020). CITTATREND-Localizador GPS Tracker Mejorado Seguidor

para Automóvil Coche Vehículo Ciclismo Moto Camión Anti-robo 6000 mAh TK104. Recuperado de <https://ortopedia.farmavanza.com/ortopedia-y-parafarmacia-online/cittatrend-localizador-gps-tracker-mejorado-seguidor-para-automovil-coche-vehiculo-ciclismo-moto-camion-anti-robo-6000-mah-tk104/>

Fractal. (2020). Las 9 aplicaciones más importantes del Internet de las Cosas (IoT). Recuperado de <https://www.fractal.com/blog/2018/10/10/9-aplicaciones-importantes-iot>

Gobierno de España. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas. (2017). *Tecnología y personas mayores*.

Glenn Baddeley. (2001). *GPS - NMEA sentence information*. Recuperado de <http://aprs.gids.nl/nmea/>

Help Launcher. (2019). Help Launcher. Recuperado de <https://apkpure.com/es/help-launcher/com.primuxtech.launcher>

Hernández, L. del V. (2017). Arquitectura IoT, prototipando los dispositivos del futuro. Recuperado de <https://programarfacil.com/podcast/arduino-wifi-proyectos-iot/>

Higuera, C. (2017). Aumentan las enfermedades neurodegenerativas: OMS. Recuperado de <http://www.cronica.com.mx/notas/2017/1029223.html>

Informesinternet. (2019). *Internet Of Things o internet de las cosas*. <https://informesinternet.com/que-es-iot-por-que-esta-de-moda/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2006). Base de Datos – Censo de Población y Vivienda. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y->

vivienda/

Localizador *GPS* Tracker. (2019). *GPS* para Vehiculos Localizador TK 103-2.
Recuperado de <https://localizadorgpstracker.com.mx/productos/localizadores-gps/localizador-gps-para-vehiculos-tk-103-2/>

Lumos Labs. (2020). Lumosity. Recuperado de <https://www.lumosity.com/es/>

Martha Elena Alvarez Duque. (2015). variabilidad en la sintomatología de los pacientes Diagnosticados con demencia tipo alzheimer, 155. Recuperado de <https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/2383/alvarez-duque-tesis16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Montesalud. (2018). 10 *apps* para saber la ubicación de pacientes con demencia.
Recuperado de <https://www.montesalud.com/blog/APPs-para-saber-ubicación>

Movertix. (2015). Alcatel Onetouch. Recuperado de <https://www.movertix.com/alcatel-2008g-en-negro-y-plata.html>

Naylampmechatronics. (2019). Módulo-*GPS*-con-Arduino. Recuperado de https://naylampmechatronics.com/blog/18_Tutorial-Módulo-GPS-con-Arduino.html

OMS. (2018a). Envejecimiento y ciclo de vida. Recuperado de <https://www.who.int/ageing/about/facts/es/>

OMS. (2018b). Envejecimiento y salud. Recuperado 9 de febrero de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>

Plaza Lopez, J. A. (2017). Las '*APPs*' con las que te localizan y localizas a alguien en todo momento. Recuperado de https://elpais.com/tecnologia/2017/11/02/actualidad/1509614812_984561.html

Prometec. (2020). *Consumos-arduino*. <https://www.prometec.net/consumos-arduino/>

RedGps. (2020). *TK-103-2 Xexun*. <https://www.redgps.com/dispositivos-gps/xexun-tk-103-2-caracteristicas-38>

Salazar, L. (2011). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PERSONAS*.

Sanitas. (2020). Enfermedades neurológicas en las personas mayores.

Recuperado de

<https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/tercera-edad/control-patologias-cronicas/enfermedades-neurológicas.html>

Solorzano Lescano, S. L. (2019). *Comparativa de técnicas de Aprendizaje Automático para la detección de caídas en adultos mayores*. Universidad Internacional de La Rioja.

SpyFone. (2019). *World's #1 Phone Monitoring Software*. Recuperado de [Cj0KCQiA4NTxBRDxARIsAHyp6gARuLRvemUh_zo0pXdilwIPx1cVBDXZXaWacemP6EXvw5dLuSKUIsQaArr8EALw_wcB](https://www.spyfone.com/Worlds-#1-Phone-Monitoring-Software)

Spyic. (2019). *The Most Trustworthy Phone Spy Solution*. Recuperado de https://spyic.com/ad/phone-spy.html?f_pt_ch=ICABCPC&gclid=CjwKCAiAg9rxBRADEiwAxKDTuuJtQxCSOdlqAs71zZfJrWORhFdODMqUeMxW8gNUKFctLcptb4GeJhoCTVEQAvD_BwE

Steren. (2020). *Tag receptor Qi de carga inalámbrica, para smartphones*. Recuperado de <https://www.steren.com.gt/tag-receptor-qi-de-carga-inalambrica-para-smartphones.html>

Tavizon-salazar, A., Guajardo, T., & Laines, C. (2016). IOT, el internet de las cosas y la innovación de sus aplicaciones, (May).

Tecnogenia. (2020). *Yepzon One localizador GPS*.

<https://www.tecnogenia.es/localizador-gps-vehiculos-perros/localizador-gps-para-mayores-y-mascotas.html>

Topoos. (2012). *tweri Alzheimer Cuidador*.

<https://www.topoos.com/projects/detail/tweri-alzheimer-caregiver-APP>

Trueno Software. (2020). *Rescatame APP*. Recuperado de

<https://www.rescatame-ecuador.com/promo2btPP2.php>

U Blox. (2011). *u-blox 6 GPS Modules* (p. 25). Recuperado de [https://www.u-](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf?utm_source=en%2Fimages%2Fdownloads%2FProduct_Docs%2FNEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf)

[blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf?utm_source=en%2Fimages%2Fdownloads%2FProduct_Docs%2FNEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf)

[6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf?utm_source=en%2Fimages%2Fdownloads%2FProduct_Docs%2FNEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf)

[09005%29.pdf?utm_source=en%2Fimages%2Fdownloads%2FProduct_Docs](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf?utm_source=en%2Fimages%2Fdownloads%2FProduct_Docs%2FNEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf)

[%2FNEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf?utm_source=en%2Fimages%2Fdownloads%2FProduct_Docs%2FNEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf)

Visualfy by Fusió d'Arts. (2020). *Visualfy*. Recuperado de

<https://www.visualfy.com/es/>

Vodafone. (2020a). *V-Bag Tracker*. Recuperado de

<https://eshop.v.vodafone.com/es/v-bag>

Vodafone. (2020b). *V-Pet Tracker by*. Recuperado de

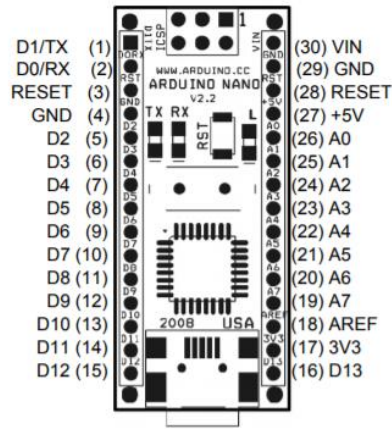
<https://eshop.v.vodafone.com/es/v-pet-tracker-kippy-evo>

Vozpopuli. (2019). *Así funcionan los localizadores GPS para familiares, mascotas y vehículos: todo lo que tienes que saber*. Recuperado de

https://www.vozpopuli.com/parati/localizadores-gps-familiares-mascotas-vehiculos-todo-tienes-saber_0_1287171462.html

ANEXO A

Arduino Nano Datasheet



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

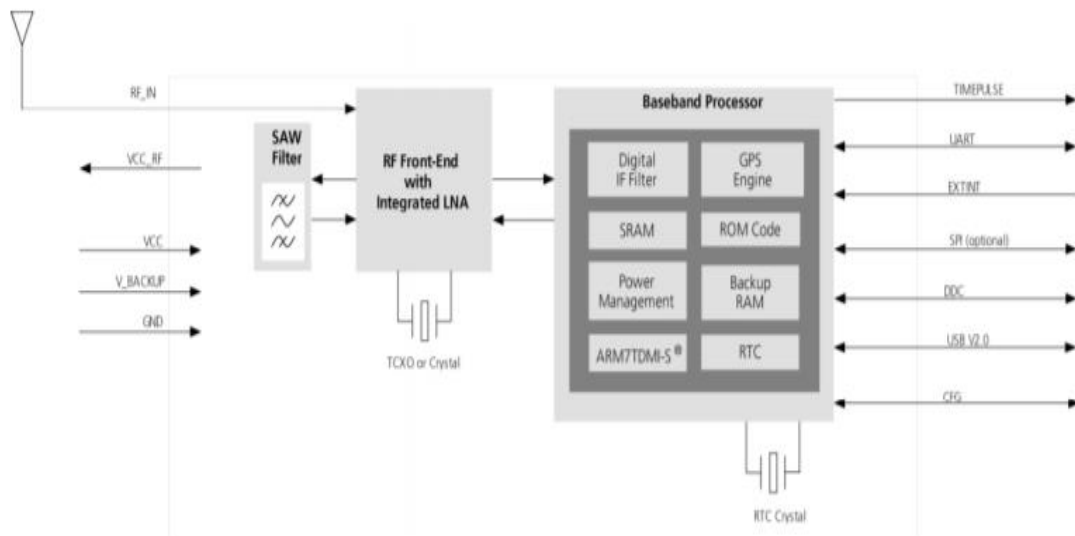
Arduino Nano Bill of Material

Item Number	Qty.	Ref. Dest.	Description	Mfg. P/N	MFG	Vendor P/N	Vendor
1	5	C1,C3,C4,C7,C9	Capacitor, 0.1uF 50V 10% Ceramic X7R 0805	C0805C104K5RACTU	Kemet	80-C0805C104K5R	Mouser
2	3	C2,C8,C10	Capacitor, 4.7uF 10V 10% Tantalum Case A	T491A475K010AT	Kemet	80-T491A475K010	Mouser
3	2	C5,C6	Capacitor, 18pF 50V 5% Ceramic N0P/COG 0805	C0805C180J5GACTU	Kemet	80-C0805C180J5G	Mouser
4	1	D1	Diode, Schottky 0.5A 20V	MBR0520LT1G	ONsemi	863-MBR0520LT1G	Mouser
5	1	J1,J2	Headers, 36PS 1 Row	68000-136HLF	FCI	649-68000-136HLF	Mouser
6	1	J4	Connector, Mini-B Recept RT, Angle	67503-1020	Molex	538-67503-1020	Mouser
7	1	J5	Headers, 72PS 2 Rows	67996-272HLF	FCI	649-67996-272HLF	Mouser
8	1	LD1	LED, Super Bright RED 100mcd 640nm 120degree 0805	APT2012SRCPRV	Kingbright	604-APT2012SRCPRV	Mouser
9	1	LD2	LED, Super Bright GREEN 50mcd 570nm 110degree 0805	APHCM2012CGCK-F01	Kingbright	604-APHCM2012CGCK	Mouser
10	1	LD3	LED, Super Bright ORANGE 160mcd 601nm 110degree 0805	APHCM2012SECK-F01	Kingbright	04-APHCM2012SECK	Mouser
11	1	LD4	LED, Super Bright BLUE 80mcd 470nm 110degree 0805	LTST-C170TBKT	Lite-On Inc	160-1579-1-ND	Digikey
12	1	R1	Resistor Pack, 1K +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-071KL	Yageo	YC164J-1.0KCT-ND	Digikey
13	1	R2	Resistor Pack, 680 +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-07680RL	Yageo	YC164J-680CT-ND	Digikey
14	1	SW1	Switch, Momentary Tact SPST 150gf 3.0x2.5mm	B3U-1000P	Omron	SW1020CT-ND	Digikey
15	1	U1	IC, Microcontroller RISC 16kB Flash, 0.5kB EEPROM, 23 I/O Pins	ATmega168-20AU	Atmel	556-ATMEGA168-20AU	Mouser
16	1	U2	IC, USB to SERIAL UART 28 Pins SSOP	FT232RL	FTDI	895-FT232RL	Mouser
17	1	U3	IC, Voltage regulator 5V, 500mA SOT-223	UA78M05CDCYRG3	TI	595-UA78M05CDCYRG3	Mouser
18	1	Y1	Crystal, 16MHz +/-20ppm HC-49/US Low Profile	ABL-16.000MHZ-B2	Abracon	815-ABL-16-B2	Mouser

ANEXO B

GPS u-blox NEO-6M Datasheet

Parameter	Specification		
Receiver type	50 Channels GPS L1 frequency, C/A Code SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS		
Time-To-First-Fix ¹		NEO-6G/Q	NEO-6M
	Cold Start (Autonomous)	26 s	27s
	Warm Start (Autonomous)	26 s	27s
	Hot Start (Autonomous)	1 s	1 s
	Aided Starts ²	1 s	<3 s
Sensitivity ³		NEO-6G/Q	NEO-6M
	Tracking & Navigation	-162 dBm	-161 dBm
	Reacquisition ⁴	-160 dBm	-160 dBm
	Cold Start (Autonomous)	-148 dBm	-147 dBm
	Hot Start	-157 dBm	-156 dBm
Maximum Navigation update rate	5Hz		
Horizontal position accuracy ⁵	Autonomous	2.5 m	
	SBAS	2.0 m	
Configurable Timepulse frequency range	0.1 Hz to 1 kHz		
Velocity accuracy	0.1m/s		
Heading accuracy	0.5 degrees		
Operational Limits	Dynamics	≤ 4 g	
	Altitude ⁶	50,000 m	
	Velocity ⁶	500 m/s	



ANEXO C

GSM Sim800L Datasheet

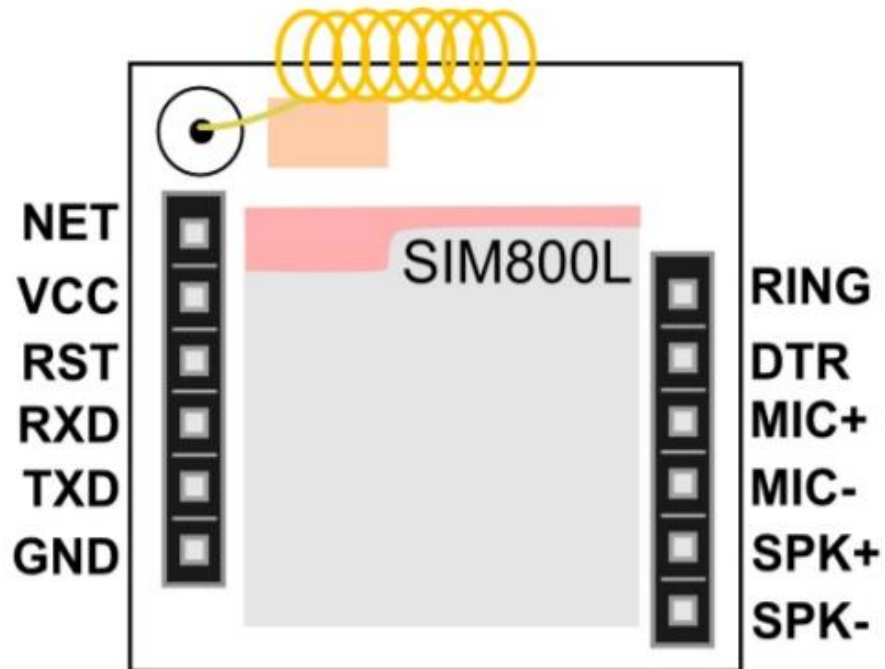


Figure 1. Major Part of SIM800L GSM Module with adaptor.

TABLE 1.

Name	Descriptions
<i>GND</i>	<i>Ground</i>
<i>TXD</i>	<i>Transmit Data</i>
<i>RXD</i>	<i>Receive Data</i>
<i>RST</i>	<i>SIM Reset</i>
<i>VCC</i>	<i>4.0V Input Supply (Typical)</i>
<i>NET</i>	<i>Network Status</i>
<i>SPK-</i>	<i>Differential audio output (SpeakerN)</i>
<i>SPK+</i>	<i>Differential audio output (SpeakerP)</i>
<i>MIC-</i>	<i>Differential audio input (MicrophoneN)</i>
<i>MIC+</i>	<i>Differential audio input (MicrophoneP)</i>
<i>DTR</i>	<i>Data terminal ready</i>
<i>RING</i>	<i>Ring Indicator</i>

ANEXO D

Garmin eTrex Datasheet

GARMIN™

eTrex 10



GWENG RVENG Difficulty: ★★★★★ Terrain: ★★★★★ Cache Size: Small Trackable: 0 Created by: TRAILTECH N 38°51.504' 109°47'36.0" Description: A fun cache created by the Garmin Recreational Software Team. When you find the cache, be sure to	# 38°51.505' W 109°47.355' GPS: GONADO 9ft Elevation: 1195ft SE 7433388281
Map Compass Mark Waypoint Trip Caster Setup Waypoint Manager	Current profile is Recreational Recreational Geocaching Automotive Marine Fitness
Sunset in 6 hr 15 min Elevation: 1184' Trip Odometer: 20.897	Low Point 4134 ft 915.58 mi Bridge 915.66 mi High Point 6535 ft 924.91 mi Creek Crossings 931.28 mi Low Point 5750 ft 934.45 mi

