

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

Diseño de sistema de ubicación para personas con Alzheimer via web

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Electronico**, que presenta el bachiller:

Carmen Sawada Benavides

ASESOR: Ingeniero Angelo Velarde

Lima, Diciembre del 2013

RESUMEN

En el Perú, el número de personas que sufren de demencia y enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer va en aumento. A pesar de esto, en el país no se cuenta con centros especializados para tratar estas enfermedades, ni se ofrecen servicios de seguridad para los pacientes que lo requieren.

En las etapas iniciales del Alzheimer, el paciente aún mantiene cierta autonomía; sin embargo, su memoria, afectada por la enfermedad, puede fallar, poniéndose a sí mismo en peligro al no poder ubicarse geográficamente.

Existen varios dispositivos que asisten a la familia en localizar al paciente en cualquier momento, evitando que este pueda perderse. Las desventajas de estos dispositivos es que debido a cuestiones socioeconómicas se encuentran fuera del alcance del 71% de la población peruana.

Se diseñó un sistema de ubicación para personas con Alzheimer vía web de bajo costo. Se explican las tecnologías utilizadas y cómo a través de ellas se puede diseñar el sistema de solución propuesto, incluyendo las tecnologías GPS, GSM y GPS asistido, así como el desarrollo de una aplicación para Sistema Operativo Android, y el desarrollo de un servicio web que asista a las personas asociadas a determinar la posición del paciente.

Finalmente, a través de las pruebas de precisión realizadas, se analiza la efectividad del sistema diseñado y su cumplimiento de los objetivos planteados con el fin de determinar si el sistema provee una mejora en la seguridad de los pacientes a un precio más asequible para la población peruana.

INDICE

INTRODUCCION	3
CAPITULO 1: PROBLEMÁTICA DEL USO Y ACCESO A TECNOLOGÍA DE PRECISIÓN PARA DIAGNÓSTICO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ	5
1.1 Enfermedad de Alzheimer	6
1.1.1 Cuadros clínicos	6
1.1.2 Tratamiento.....	8
1.2 Alzheimer en el Perú.....	9
1.3 Ingreso económico del hogar peruano.....	10
1.4 Definición del marco problemático	11
CAPITULO 2: SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN DE PERSONAS CON ALZHEIMER USADOS EN LA ACTUALIDAD	13
2.1 Sistemas existentes para la localización de personas.....	13
2.2 Beneficio de los sistemas actuales	16
2.3 Tecnologías de los sistemas actuales A continuación se presentan las tecnologías con las que los sistemas de localización trabajan en la actualidad.....	17
2.3.1 Tecnología GPS.....	17
2.3.2 Comparativa GPS Android - GPS dedicado.....	18
2.3.3 Tecnología GSM.....	18
2.3.4 Tecnología A-GPS (GPS Asistido)	20
CAPITULO 3: DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOCALIZACIÓN DE PERSONAS CON ALZHEIMER	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos	21
3.3 Requerimientos de diseño.....	21
3.4 Receptores GPS/GSM/GPRS de localización	22
3.4.1 Receptor 1 – Parallax.....	22

3.4.2 Receptor 2 – Telit GM862-GPS.....	22
3.4.3 Receptor 3 - Aplicación Android.....	23
3.5 Selección de componentes	23
3.6 Localización en Sistema Operativo Android.....	24
3.7 Desarrollo de la aplicación en Android.....	25
3.8 Acceso al servicio web e interfaz (Muestra de datos gráfica e histórica)	27
CAPITULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS	29
4.1 Proceso de pruebas	29
4.2 Pruebas básicas del sistema de localización	29
4.3 Pruebas en el campo	35
4.4 Análisis de precisión del Sistema de Localización diseñado	41
4.5 Plan de datos propuesto.....	41
4.6 Costo total de la solución.....	43
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46

INTRODUCCION

A comienzos del siglo 20 fue descubierta la enfermedad de Alzheimer, cuyo principal efecto es la reducción de neuronas en el cerebro, caracterizada por ser degenerativa e irreversible. Esta enfermedad tiene una progresión lenta y puede durar entre 9 y 20 años. Conforme va transcurriendo la enfermedad, el paciente tiene cada vez menos neuronas, concluyendo así, en un deterioro de las funciones intelectuales, pues afecta principalmente a la memoria. Adicionalmente, afecta el lenguaje, la orientación, la capacidad de reconocer personas y objetos, la capacidad de aprender nuevas cosas.

Se estima que por lo menos el 60% de pacientes con Alzheimer deambularán en algún momento de su enfermedad. Y en el caso de aquellos que deambulen, hasta el 50% serán encontrados accidentados o fallecidos si no son encontrados en un lapso de 24 horas. [1][2][3].

Adicionalmente, un paciente de Alzheimer posee la necesidad de tomar medicinas por lo menos cada doce horas, por esta razón es vital saber su ubicación en todo momento. La enfermedad de Alzheimer y su presencia en el Perú será revisada a más detalle en el Capítulo 1 del presente documento.

El objetivo principal de este trabajo de tesis es mejorar la seguridad de los pacientes de Alzheimer mediante el diseño de un dispositivo de localización de personas que integre tecnología GPS, GSM con artefactos digitales inalámbricos que pueda funcionar en un horario 24 x 7. Este dispositivo debe brindar información de la posición en tiempo real de la persona que lleva el dispositivo a localizar en segundos.

En el Capítulo 2, se presentarán los dispositivos existentes que cumplen con este objetivo. Además, las ventajas de utilizar estos dispositivos sobre los sistemas de alerta personal habituales, es que el usuario no tiene que activarlo, y la tecnología funciona sobre mayor área geográfica.

Se propone lograr este objetivo mediante el diseño de tres módulos que serán parte del sistema presentados en el Capítulo 3 de esta tesis. El primer módulo será la creación de una aplicación Android que permita calcular la posición del paciente. El segundo módulo consiste en entablar la conexión cliente – servidor, el tercer módulo será la aplicación que muestre la posición histórica del usuario en un mapa y para

finalizar, en el Capítulo 4 se mostrarán los resultados de las pruebas realizadas que aseguren el correcto funcionamiento del sistema.



CAPITULO 1: PROBLEMÁTICA DEL USO Y ACCESO A TECNOLOGÍA DE PRECISIÓN PARA DIAGNÓSTICO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ

A pesar de que en Perú el número de personas que sufren de enfermedades neurodegenerativas va en aumento, y se espera de un incremento aún mayor dado el crecimiento en la esperanza de vida de la población de adultos mayores [1]. En el Perú no se cuenta con centros especializados para tratar esta enfermedad y más importante aún, no se informa a los familiares ni a la población sobre las etapas que esta enfermedad conlleva, pues, además de afectar al paciente, esta enfermedad afecta mucho el lazo y la estabilidad emocional de los familiares, pues el cuidado constante de una persona sin recuerdos, lo puede convertir en una carga para los familiares.

Con respecto al diseño y desarrollo de tecnología aplicada a este ámbito, se han desarrollado una serie de dispositivos que ayuda a localizar a las personas que padecen de Alzheimer en las etapas iniciales y moderadas; que son en las que el individuo aún mantiene cierta autonomía, está en actividad física y puede escapar o perderse, teniendo en cuenta que los síntomas son poco conocidos y no son fáciles de reconocer a simple vista, por lo que también se dificulta el recibir ayuda por parte de alguien que no conoce la situación de salud de la persona haciendo que la persona se tenga que valer por sí misma.

El gran inconveniente con estos dispositivos, es que el precio es muy elevado para la realidad económica de la población peruana, pues estos llegan a alcanzar los 4000 nuevos soles, y el ingreso per cápita es inferior a este. Si a esto se agrega que de acuerdo a estudio realizado en la población urbana limeña, la prevalencia de la demencia está relacionada con la edad, el sexo, y sobre todo el nivel educativo de las personas. Y considerando que en Perú el nivel educativo está directamente relacionado con el nivel socioeconómico de las personas, se concluye que aquellos que no tengan un buen nivel socioeconómico, no tendrán un buen nivel educativo, por lo tanto, serán más propensos a contraer enfermedades como Alzheimer o demencia [4] [5].

Es por estos motivos, que el presente trabajo de tesis tiene como objetivo el diseño de un dispositivo de localización para las personas con Alzheimer, de manera que se incremente la seguridad de las personas a un precio menor que los equipos comerciales del mercado.

1.1 Enfermedad de Alzheimer

El Alzheimer es una enfermedad del cerebro que afecta las neuronas. Esto concluye en un deterioro principalmente de la memoria, sin embargo, embarca todas las funciones intelectuales de una persona. Suele empezar a presentarse por errores de memoria, sin que existan otros síntomas. Fue descrita por primera vez por el médico alemán Alois Alzheimer, de donde obtiene el nombre y se caracteriza por ser degenerativa e irreversible.

Esta enfermedad afecta el lenguaje, la orientación, la capacidad de reconocer personas y objetos y la capacidad de aprender nuevas cosas. La enfermedad de Alzheimer progresa lentamente, puede durar entre 3 y 20 años [34].

1.1.1 Cuadros clínicos

La duración promedio de la enfermedad es de entre 3 a 20 años [34]. Sin embargo, existen casos en los que se llega a la etapa terminal en 4 o 5 años, o se puede vivir hasta 21 años. Durante estos periodos, el paciente pasa por los siguientes cuadros clínicos [36][39].

- **Predemencia**

El síntoma más notable es el de pérdida de memoria, se presenta dificultad para recordar hechos recientemente aprendidos y se pierde la capacidad para almacenar nueva información y recuperarla luego de un periodo de tiempo.

- **Demencia inicial**

Además de la pérdida de memoria a corto plazo, se pierde el sentido de la orientación. La persona pierde la capacidad de orientarse en calles y se presentan dificultades para interactuar en áreas familiares y para adaptarse a nuevos ambientes.

Adicionalmente, se empiezan a presentar problemas con el lenguaje, disminución del vocabulario y una reducción en la fluidez del idioma. Dificultad para hallar la palabra precisa.

También, aparecen problemas en algunas tareas motoras, como dibujar, escribir, así como dificultades de planificación y coordinación. A pesar de esto, el paciente aún mantiene su autonomía y sólo debe ser

supervisado en el momento de realizar tareas más complejas pues es sólo la memoria de corto plazo la afectada.

La memoria a largo plazo y la memoria que es conocida como la “memoria del cuerpo”, la cual es encargada de almacenar información sobre cómo realizar las acciones, son afectadas en menor grado.

- **Demencia Moderada**

Conforme avanza la enfermedad, la desorientación tiempo-espacio es mayor. Los pacientes pueden seguir con sus actividades cotidianas. Sin embargo, las tareas más complejas como pagar cuentas, ir al banco, requieren de asistencia o supervisión, pues el paciente podría perderse en lugares conocidos, además de confundir distancias y horas.

Pasado un tiempo, aparece la pérdida de reconocimiento de personas, lugares u objetos. Adicionalmente, se puede presentar una conducta agresiva, incluso en personas que nunca lo han sido.

Empiezan a ser más notorios los problemas con el lenguaje. Surge inhabilidad para recordar vocabulario, lo que concluye en parafasia. Esto significa que la persona empieza a sustituir palabras de manera incorrecta. Asimismo, se ve reducida la habilidad de leer y escribir correctamente, y las *secuencias motoras complejas* se vuelven menos coordinadas, lo cual dificulta al paciente para realizar sus actividades cotidianas, como leer y escribir.

Es en esta fase, donde la memoria a largo plazo, que hasta ahora se mantenía intacta, se deteriora. El paciente deja de reconocer a sus familiares y seres más cercanos.

Los cambios de conducta más frecuentes son, confusión al final del día, distracciones, irritabilidad y cambios emocionales, como llantos o risas, resistencia a las personas encargadas de su cuidado, agresividad, agitación. Además, podría alterarse el pensamiento y el patrón de sueño, ilusiones al reconocer personas, alucinaciones. En un 30% de pacientes aparece la incontinencia urinaria.

- **Demencia avanzada**

Deterioro de la masa muscular, pierde movilidad, problemas de movimiento y marcha, postrarse en cama, lleva al paciente al encamamiento, incapacidad para alimentarse a sí mismo, incontinencia, lenguaje desorganizado o se pierde completamente. A pesar de esto, el paciente aún es capaz de enviar y recibir mensajes emocionales.

Requiere de constante supervisión, el paciente es ahora completamente dependiente en cuanto a la higiene, alimentación, vestimenta. En muchos casos, se presentan convulsiones.

Adelgazamiento, bajas defensas, la gente que sufre de Alzheimer por lo general muere por infecciones más que por la misma enfermedad.

1.1.2 Tratamiento

Los medicamentos y dosificación se muestran en la Tabla 1.1 [37]. Se puede apreciar que la toma de medicamentos es diaria, y debe repetirse cada 12 o 24 horas. Motivo por el cual, urge encontrar al paciente que deambula antes de transcurrido este periodo.

Medicamento	Tipo y uso	Cómo funciona	Efectos secundarios	Dosificación recomendada
Namenda (Memantina)	Antagonista del NMDA. Recetado para los síntomas de grado moderado a severo de la enfermedad de Alzheimer	Bloquea los efectos tóxicos asociados con el exceso de glutamato y regula la activación de glutamato	Mareo Dolores de cabeza Estreñimiento Confusión	Inicial: 5mg una vez al día Puede aumentar la dosis a 10mg/día, 15mg/día, o a 20mg/día en intervalos de al menos 1 semana, dependiendo de cómo lo tolere el paciente.
Razadyne (Galantamina)	Inhibidor de la colinesterasa. Es recetado para los síntomas de grado leve a moderado de la enfermedad de Alzheimer	Previene la descomposición de la acetilcolina y estimula la liberación de niveles más altos de acetilcolina en el cerebro por los receptores nicotínicos.	Náuseas Vómitos Pérdida de peso Pérdida de apetito	Inicial: 8mg/día (4mg cada 12 horas) Puede aumentar la dosis a 16mg/día (8mg cada 12 horas), 24mg/día (12mg cada 12 horas) en intervalos de al menos 4 semanas, dependiendo de cómo lo tolere el paciente.
Exelon (Rivastigmina)	Inhibidor de la colinesterasa. Es recetado para los síntomas de grado leve a moderado de la enfermedad de Alzheimer	Previene la descomposición en el cerebro de la acetilcolina y de la butirilcolina (un compuesto químico del cerebro similar a la acetilcolina).	Náuseas Vómitos Diarrea Pérdida de peso Pérdida de apetito Debilidad muscular	Inicial: 3mg/día (1.5mg cada 12 horas) Puede aumentar la dosis a 6mg/día (3mg cada 12 horas), 9mg (4.5mg cada 12 horas), 12mg (6mg cada 12 horas) en intervalos de al menos 2 semanas, dependiendo de cómo lo tolere el paciente.
Arioept (Donepezilo)	Inhibidor de la colinesterasa recetado para los síntomas de grado leve a moderado y moderado de la enfermedad de Alzheimer.	Previene la descomposición de acetilcolina en el cerebro.	Náuseas Vómitos Diarrea	Inicial: 5mg/día (Cada 24 horas) Puede aumentar la dosis a 10mg/día (una sola toma), después de 4-6 semanas en caso el paciente lo tolere bien.

Tabla 1.1 Frecuencia de toma de medicamentos de un paciente de Alzheimer [37]

1.2 Alzheimer en el Perú

Según un estudio realizado en el Perú, en relación a la población de adultos mayores Peruanos, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población mayor de sesenta años asciende a 796300 personas en el Perú. Se estima que este número seguirá creciendo de manera exponencial de manera que, para el año 2025, habrá una persona adulta mayor por cada dos niños de 14 años o menos, como se muestra en la Figura 1.2.

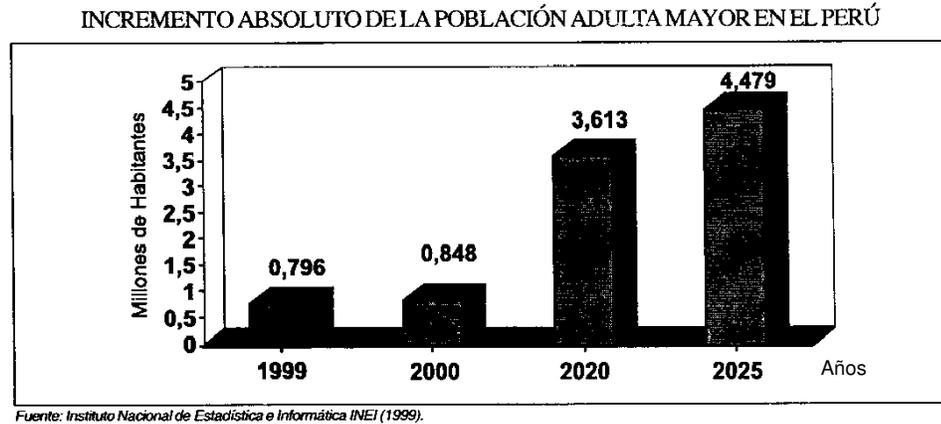


Figura 1.2 Incremento absoluto de la población adulta mayor en el Perú

Así mismo, se ha demostrado mediante un estudio elaborado por EURODEM [1] sobre la prevalencia de las demencias, que estas aumentan exponencialmente con la edad, tal como se muestra en la Figura 1.3

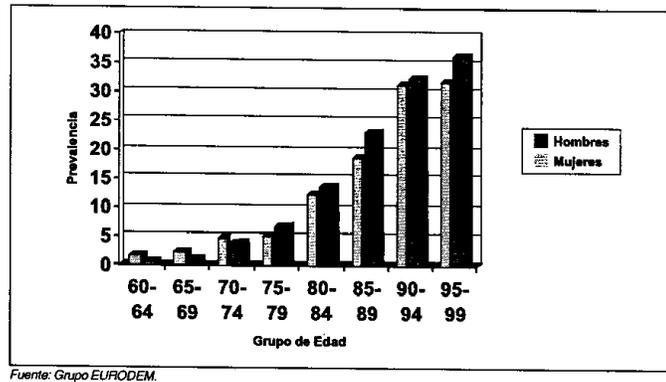


Figura 1.3 Prevalencia estimada del total de las demencias en Europa

De esta manera, podemos concluir que, tanto debido al aumento de la población de adultos mayores en el Perú como el aumento en su esperanza de vida, la

incidencia de las demencias en la población está aumentando. De todos los casos diagnosticados, entre el 50% y 60% corresponden al Mal de Alzheimer, siendo este el tipo de demencia más frecuente. Entre el 20% y 40% corresponden a demencias de origen cardiovascular y para finalizar, entre el 10% y 15% corresponde a otra etiología [1].

“En el Perú son cada vez más frecuentes los casos de Alzheimer, y aunque no se tienen estadísticas nacionales se calcula que hay de 100,000 a 150,000 personas registradas con esta enfermedad. Estas no son sólo estadísticas, sino que representan a miles de familias con sus seres queridos y que requieren cuidados especiales de alto nivel, tanto en el hogar como fuera de él” [6].

“Aproximadamente el 60% de todos los pacientes con Alzheimer deambularán en algún momento durante el curso de su enfermedad. De estos, hasta el 50% morirán si no son encontrados en un lapso de 24 horas” Robin Brett [8].

Asimismo, en el año 2009, Diana Rodríguez, médico miembro de la Asociación Peruana de Enfermedad de Alzheimer y otras Demencias (APEAD) señaló que en el Perú, hay cerca de 240 mil personas que padecen de esta enfermedad [9]. Por otro lado, en Abril de 2011, Danilo Sanchez Coronel, neurólogo del Instituto de Ciencias Neurológicas del Ministerio de Salud, indicó que esta enfermedad afectaba ya a más de 200 mil peruanos [10][35].

1.3 Ingreso económico del hogar peruano

Según un estudio realizado por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), el ingreso mensual del hogar peruano en promedio varía entre los 650 soles hasta los 3040 soles como se muestra en la Figura 1.4 [7]. Si a la enfermedad de Alzheimer, que en sí es bastante cara (por el precio de los medicamentos y visitas al médico) y además representa un gasto mensual fijo, sumamos el costo de un dispositivo de localización para mejorar la seguridad del paciente con Alzheimer, podemos decir a grandes rasgos que no es una solución alcanzable para por lo menos

el 71% de la población peruana, sobre todo aquellas familias ubicadas fuera de la capital.

	Tamaño (N°habitantes)	Proporción de población	Ingreso (Soles/Mes)
Lima	8 millones	29%	S/. 3 040
Grandes	>300 mil	13%	S/. 1 730
Medianas	20 a 300 mil	14%	S/. 1 540
Pequeñas	2 a 20 mil	9%	S/. 1 160
Rural	<2 mil	35%	S/. 630

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 2003/2004

Figura 1.4: Concentración de los hogares según lugar de residencia e ingreso mensual [7]

Es importante señalar que de acuerdo a estudio realizado en la población urbana limeña, se concluye que la prevalencia de alta demencia está directamente relacionada con la edad, el sexo, y sobre todo el nivel educativo de las personas. Cabe mencionar que el nivel educativo está estrechamente relacionado con el nivel socioeconómico de las personas [9] [11].

Partiendo de esta premisa, podemos indicar que aquellas personas con un mejor nivel socioeconómico son menos propensas a padecer de demencia o Alzheimer.

Es por estos motivos, que el presente trabajo de tesis tiene como objetivo el diseño de un dispositivo de localización para las personas con Alzheimer, de manera que se incremente la seguridad de las personas a un precio menor que los equipos del mercado.

1.4 Definición del marco problemático

Con respecto al diseño y desarrollo de tecnología aplicada a este ámbito, se han desarrollado una serie de dispositivos que ayuda a localizar a las personas padecientes de Alzheimer en las etapas iniciales y moderadas; que son en las que el individuo aún mantiene cierta autonomía, está en actividad física y puede escapar o perderse, teniendo en cuenta que los síntomas son poco conocidos y no

son fáciles de reconocer a simple vista, por lo que también se dificulta el recibir ayuda por parte de alguien que no conoce la situación de salud de la persona. Haciendo que la persona se tenga que valer por sí misma.

Adicionalmente, se han desarrollado dispositivos que al tomar fotos cada intervalo de tiempo, hace que, al ser revisadas a diario por el paciente, la memoria del paciente no se deteriore a la velocidad con la que se deteriora normalmente, sino que al contrario, mejore [12].

El gran inconveniente con estos dispositivos, es que el precio es muy elevado para la realidad económica de la población peruana.



CAPITULO 2: SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN DE PERSONAS CON ALZHEIMER USADOS EN LA ACTUALIDAD

2.1 Sistemas existentes para la localización de personas

Los dispositivos de ubicación que se encuentran en el mercado, constan de un localizador GPS que es usado por el familiar con Alzheimer y de un receptor portable para la familia. Al pulsar un botón del receptor, se ve un mapa con la posición exacta del familiar con Alzheimer.

Durante el año 2009, 535 personas podrán acoplarse al Sistema de Monitorización de Alertas Personales (SIMAP) [13]. De acuerdo a lo explicado por Enric Moist; responsable del centro de coordinación de la Cruz Roja de Cataluña; éste estará activo 24 horas del día, los 7 días de la semana.

El SIMAP consta de un dispositivo con un receptor GPS y un módem GSM, el cual debe ser portado permanentemente por el paciente. Este se encarga de monitorear la ubicación del paciente y es capaz de enviar alertas vía mensajes de texto SMS cuando el portador del SIMAP abandona una zona determinada por los familiares como zona segura o su velocidad aumenta a más de 35 kilómetros por hora. Los límites de actuación del SIMAP están definidos de manera personalizada por la familia del usuario.

El monitoreo del paciente puede ser utilizando la web y mediante mensajes de texto (SMS), y en los teléfonos de alta tecnología se pueden recibir un mapa donde se especifica la ubicación del portador del SIMAP.

Otro dispositivo en el mercado es el que se muestra en la Figura 2.1: GPS Localizador Reloj para Alzheimer R1 [14]. Este permite conocer la ubicación de una persona mediante sistemas de GPS y funciona mediante mensajes de texto enviados a hasta 5 números de teléfonos celulares distintos. La familia debe establecer un radio de seguridad, cuando la distancia segura es superada, el dispositivo se activa enviando mensajes de alerta a los números programados.



Figura 2.1: GPS Localizador Reloj para Alzheimer R1

El Brazalete Columba [15] (Ver Figura 2.2) es un sistema de monitoreo que utiliza tecnología GPS, un transmisor GSM y un receptor GPRS que incluye una tarjeta SIM, y un sistema de alertas.



Figura 2.2: Brazalete Columba

Keruve [16], tiene en el mercado un dispositivo de localización que consta de un reloj con GPS con cierre de seguridad, el cual será usado por la persona con Alzheimer, cuya batería puede durar hasta 5 días y un receptor portátil (Ver Figura 2.3). Gracias a que es un reloj de pulsera, pasa inadvertido, y como además, existen diferentes modelos de acuerdo al sexo y gusto del usuario, no se rehúsa a usarlo. El costo de este dispositivo es de 990 Euros, que en nuestra sociedad representan 4000 soles aproximadamente.

Adicionalmente, posee un botón de alarma el cual incluye un sistema de localización de emergencia que utiliza el celular del cuidador en caso no se tenga al alcance el dispositivo donde se indica la posición del paciente [16].



Figura 2.3: IMAGEN TOMADA DE LA PAGINA WEB DE KERUVE [20]

También existe el Home Free Elite [18] desarrollado por la empresa israelí Dmatek, que permiten tener información sobre la ubicación de las personas. Este dispositivo funciona mediante un chip, el cual es colocado en un reloj (Ver Figura 2.4). "Home Free Elite" facilita el trabajo de enfermeras y familiares que se encuentran al cuidado de personas con Alzheimer, ya que además de brindar información sobre la ubicación de la persona (en caso se pierda o huya) también brinda información psicológica e indica si el paciente está a punto de caer.



Figura 2.4: Home Free Elite

Otro dispositivo que permite conocer la ubicación de una persona es el "Atlas Rx" [19], el cual funciona utilizando tecnología GPS monitoreada de manera

inalámbrica por Software y con programación remota. El dispositivo puede colocarse en el tobillo y es resistente al agua (puede sumergirse hasta 4.5m).

2.2 Beneficio de los sistemas actuales

El beneficio más evidente es el de poder ubicar a la persona en el momento que se requiera. Sin embargo, lo principal es que el individuo esté a salvo. Con estos dispositivos se disminuyen las probabilidades de que pueda ocurrir un accidente o el paciente sufra de algún incidente a causa de la falta de medicinas. Por lo tanto, estos dispositivos, no sólo indican la posición real del individuo, sino que aumentan y mejoran la seguridad y calidad de vida de estas personas.

De igual manera, ayudan a los familiares o cuidadores, pues facilita la tarea de cuidar a los pacientes cuando aún están en las etapas en las que aún pueden desplazarse de un lugar a otro pues mantiene cierto nivel de autonomía (etapas de demencia inicial y moderada). En el caso que la persona con Alzheimer se pierda, desaparezca o esté tomando más tiempo de lo normal en su paseo habitual, se puede saber su ubicación de manera rápida y el cuidador puede salir en su búsqueda. Si no existiera este dispositivo, se tendría que ir a la policía a declarar la pérdida de la persona. Luego, que este mensaje sea transmitido a los demás policías, y para finalizar, se empieza con la búsqueda cuyo tiempo de duración es inexacto, pueden ser horas hasta días. Periodo de tiempo en el cual el paciente puede sufrir un accidente por falta de medicamentos.

Es por este motivo, que el dispositivo de localización es de gran ayuda para la familia y el paciente de Alzheimer. Aumenta y mejora la seguridad y calidad de vida del paciente, así como también da más tranquilidad a la familia y cuidadores. De esta manera, se mejora también el lazo entre la familia y el paciente, que a veces se ve desgastado por la carga que representa cuidar a una persona que depende casi enteramente del familiar. Como se mencionó anteriormente, la persona con Alzheimer eventualmente pierde la habilidad de estructurar oraciones largas y pierde la memoria, pero a pesar de todo esto, es completamente capaz de recibir y enviar mensajes de afecto.

2.3 Tecnologías de los sistemas actuales

A continuación se presentan las tecnologías con las que los sistemas de localización trabajan en la actualidad

2.3.1 Tecnología GPS

Esta es la tecnología más utilizada para obtener datos de ubicación. Es un sistema de navegación que consta de 29 satélites (24 funcionan y hay 5 en caso de que uno se malogre), que garantizan que siempre hay 4 de ellos que son visibles para un receptor en cualquier parte del mundo, en cualquier momento.

Estos satélites están en constante búsqueda de un pedido de un receptor GPS. Cada uno de los satélites envía de manera constante su hora y posición exacta (precisión de 50 nanosegundos) mediante una señal de radio. Cuando el receptor tiene el dato de la hora exacta, compara su propia hora con la hora recibida del satélite. Así el receptor calcula el tiempo que ha tardado la señal en llegar y de esta manera, puede calcular también la distancia a la que se encuentra el satélite del receptor.

Para que este sistema funcione, el receptor debe saber la posición exacta de cada satélite, y cada satélite debe poder mantener la hora con precisión. Para esto, cada satélite cuenta con cuatro relojes atómicos y cuentan con procedimientos para sincronizarse entre sí.

Luego de obtener la distancia receptor-satélite de los 4 satélites GPS, el receptor realiza una triangulación y determina su propia ubicación (latitud, longitud, altitud) [20].

La mayor ventaja de esta tecnología es que la infraestructura ya está en funcionamiento y provee información muy precisa de la ubicación. Lamentablemente, una de sus desventajas es que no funciona bien dentro de edificios o casas.

2.3.1.1 Precisión GPS

La precisión del sistema GPS se ve afectada por una serie de factores tales como las condiciones atmosféricas como la humedad, posicionamiento relativo de los receptores con respecto al usuario, efectos de relatividad y fuentes artificiales de interferencia como las películas metálicas en los parabrisas de los carros. Incluso restricciones que son impuestas intencionalmente tales como Antispoofing afectan la precisión del sistema.

En general el sistema GPS horizontal de uso civil típicamente es preciso hasta 15m y puede llegar a ser de 5m si se tiene condiciones atmosféricas propicias. Para efectos del sistema de localización en mención la precisión que brinda el GPS es adecuada ya que en ese rango de 15m a la redonda es relativamente sencillo poder ubicar a una persona [21].

2.3.2 Comparativa GPS Android - GPS dedicado

De acuerdo a un estudio realizado en México [22] que compara la precisión del GPS de un celular HTC y un GPS dedicado (Juno) la precisión indicada por el celular HTC es comparable con la precisión del equipo GPS dedicado e incluso mejor como se muestra en la figura.

TABLE 3
DEV/APP WITHIN EPE

Dev/App	Within EPE	Within EPE + 1 m.	Avg. Residual Error	RMSE
G1/OruxMaps	87%	100%	-0.98 meters	2.29 meters
G1/Maverick	87%	100%	-1.1 meters	2.17 meters
Juno/ArcPad	95%	100%	-3.3 meters	2.68 meters
Juno/TerraSync	90%	92%	-2.7 meters	3.14 meters

Tabla 2.2: Resultados de un estudio de comparación GPS Android vs GPA dedicado [22]

Se concluye que la precisión de un GPS dedicado es muy similar a la del Smartphone con GPS asistido. En este estudio, las aplicaciones del celular G1 demostraron tener menor error. Se tomaron varias medidas en los meses de Marzo y Mayo de 2010 para capturar errores considerando el clima y la posición de los satélites en el tiempo. Todas las aplicaciones del celular G1 mostraron tener valores más precisos que las aplicaciones del GPS dedicado Juno.

El precio del GPS dedicado Juno ascendía a US\$ 1750 en el 2010, en comparación con los US\$ 369 del Celular HTC G1.

Finalmente, las aplicaciones del HTC G1 igualan y superan la precisión de un GPS dedicado. En el Capítulo 4 de pruebas y funcionamiento se analizará la diferencia de precisión del sistema de localización de la presente tesis.

2.3.3 Tecnología GSM

Esta es la tecnología estándar en el mundo para la comunicación celular. Un celular o modem GSM se comunica con una estación base equipada con antenas

direccionales, para así definir sectores de cobertura llamados “células”. Cada una de estas células maneja su propia identificación, y se pueden comunicar entre ellas gracias a la estación base [28].

Las redes de comunicación celular están presentes en casi todos los lugares donde hay un pueblo o una ciudad. Y logran, a diferencia del GPS, transmitir información a pesar de que el dispositivo receptor esté dentro de un edificio. La mayor ventaja de la tecnología GSM es que no requiere infraestructura externa. Es decir, no requiere de más interfaces de radio para comunicarse que las que ya posee. Sin embargo, la localización de dispositivos vía GSM puede ser compleja [6] debido a los siguientes motivos:

- La ubicación de la estación base puede ser desconocida. Por lo tanto, la célula no proveerá información precisa de ubicación.
- La intensidad de la señal de la célula es imprecisa. Puede verse atenuada por personas, reflejos, u otros obstáculos.
- Las células tienen kilómetros de diámetro de alcance. Por lo tanto, estar dentro del rango de alcance de una de ellas puede no proveer suficiente precisión respecto a la ubicación.

Sólo es necesario que tanto el dispositivo emisor como el dispositivo receptor cuenten con un módem GSM para que, mediante la red GSM se pueda transferir la información de posición del emisor.

En esta etapa, dada la necesidad de poder ubicar al paciente las veinticuatro horas del día, lo que se desea es aprovechar las ventajas de la tecnología GSM para la localización de personas como segunda opción para el sistema de localización cuando la localización por GPS no se encuentre disponible. De esta manera, contamos con un sistema que posee alta disponibilidad.

2.3.3.1 Precisión GSM

Ya que la tecnología GSM hace uso de antenas direccionales para poder localizar la señal que está siendo enviada, su precisión tiene altas variaciones dependiendo de la cercanía de antenas. Es decir, en zonas urbanas, donde hay una

alta densidad de antenas, típicamente se llega a precisiones de 200m (pudiendo obtenerse hasta 50m), mientras que en zonas rurales es de kilómetros.

A diferencia del sistema GPS, si bien la precisión brindada por el GSM es útil para el usuario de la aplicación, por sí sola no es completamente adecuada ya que encontrar a alguien dentro del área no es una tarea sencilla, sin embargo, se debe tener en cuenta que esta tecnología solo será utilizada por si sola cuando la localización por GPS no se encuentre disponible [23].

2.3.4 Tecnología A-GPS (GPS Asistido)

La tecnología A-GPS es un híbrido entre el GPS y otra tecnología de localización. El uso de este sistema brinda ciertos beneficios con respecto a la tecnología GPS por sí sola, sobre todo porque en GPS hay un tiempo llamado TTFF (Time to First Fix) que determina el tiempo que demora en obtener los datos de posición y que podría tener una duración de dos minutos.

Al usar GPS Asistido, el proceso de obtención de datos es menor, pues se apoya en las torres de la red celular para la obtención de datos de posición.

Este sistema permite la ubicación del emisor con una alta precisión (desde 5 metros hasta 50 metros) de manera casi instantánea cuando solamente hay dos satélites en línea de mira desde su ubicación.

Dados los requerimientos de la aplicación y la importancia de poder ubicar a la persona, se ha optado por la utilización de GPS asistido con GSM para así tener menos dependencias de factores cuyo manejo se encuentran fuera del alcance (como es la ubicación de los satélites respecto a un punto arbitrario en cierto instante del tiempo que también es arbitrario) [24].

CAPITULO 3: DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOCALIZACIÓN DE PERSONAS CON ALZHEIMER

3.1 Objetivo general

El objetivo de este trabajo de tesis es diseñar un dispositivo de localización de personas basado en tecnología GPS utilizando transmisión de señales vía modems GSM.

Esto se logrará mediante el desarrollo de tres módulos que conformaran el sistema. El primer módulo se basa en calcular la posición del paciente, es decir, la aplicación en Android. El segundo módulo es la conexión cliente – servidor, y para finalizar, el tercer módulo será la página web que muestre la posición del usuario en un mapa.

3.2 Objetivos específicos

1. Desarrollar un dispositivo/aplicación que permita obtener datos de posición mediante GPS y las redes inalámbricas.
2. Enviar coordenadas de posición a una ubicación centralizada cada minuto con cuarenta segundos.
3. Almacenar y mostrar el historial de posiciones recorridas por el paciente en un mapa.
4. Poder acceder a esta información desde cualquier computadora o dispositivo móvil con conexión a internet.

3.3 Requerimientos de diseño

Dado que este dispositivo será llevado por el paciente con Alzheimer, que es una persona mayor, hay consideraciones a tener en cuenta a la hora de diseñar el dispositivo.

El primer requerimiento y el más importante es que dada la condición de salud del paciente, él no estará al tanto de que tiene un dispositivo de localización, por lo tanto, tampoco será capaz de activarlo en una situación en la que lo requiera. Por lo tanto es fundamental que la activación del dispositivo sea remota. Es decir, que el portador no tenga que activarlo.

El segundo requerimiento a tomar en cuenta es que debe ser imperceptible, por lo tanto debe ser pequeño y ligero. Se debe tener claro que el portador es una persona mayor, quienes por lo general son muy reacios a integrar nuevos accesorios.

Otro factor es que el paciente ha huido de su casa y es incapaz de regresar. Asumimos que caminará sin rumbo. Partiendo de esta premisa, los resultados de posición deben ser en tiempo real, con una precisión no menor a 20 metros de radio pues por percepción es distancia suficiente para que se pueda reconocer al paciente cuando se esté cerca al lugar donde se indicó su posición.

Además, dada la importancia de este dispositivo respecto a la seguridad del paciente, es necesario que se le pueda monitorear en todo momento. Para lo cual, se requiere que el sistema cuente con algún mecanismo de alta disponibilidad o failover. Es por esto que cuenta con localización por GSM y por GPS. Ambas trabajando juntas se conocen como GPS asistido. Sin embargo, en caso de no encontrar los satélites de GPS, usará sólo la red GSM y redes inalámbricas.

3.4 Receptores GPS/GSM/GPRS de localización

En la actualidad, se conocen los siguientes dispositivos para el diseño de un dispositivo de localización usando GPS/GSM/GPRS:

3.4.1 Receptor 1 – Parallax

Especificaciones: La construcción del sistema con este dispositivo, requiere de dos módulos GPS, uno transmisor y otro receptor. Además, de requerir la conexión a un módem GSM para poder enviar la información, un conversor de RS232 y un microcontrolador con memoria suficiente para almacenar los datos de posición. También requiere la construcción de una carcasa para el dispositivo de localización. Le toma 5 minutos obtener los datos de posición [30].

Dimensiones del módulo: Largo: 49.0 mm, Ancho: 36.2 mm, Grosor: 6.9mm

Precio de la solución: \$100 (no incluye módulo GSM)

3.4.2 Receptor 2 – Telit GM862-GPS

Requiere la adquisición e instalación de una antena GPS y una antena GSM. Además de la construcción de la carcasa del dispositivo de localización [38]

Dimensiones del módulo: Largo: 43.9mm, Ancho: 43.9mm, Grosor: 6.9mm

Precio de la solución: US\$200.00

3.4.3 Receptor 3 - Aplicación Android

Se requiere un celular Android (este diseño se hizo con un Samsung Galaxy Young), una PC para ubicar al paciente y un plan de datos.

Precio de la solución: S/. 200

3.5 Selección de componentes

Luego de analizar las soluciones mencionadas, podemos decir que comprar un equipo GPS dedicado no está al alcance de todos por tener un costo muy elevado. Dada su flexibilidad en costo y facilidad de uso, los smartphones hoy en día son los dispositivos más utilizados y gran mayoría de personas posee uno. Es debido a la expansión de estos que cada vez estos son producidos y publicitados como “GPS-enabled”. Por este motivo y porque el diseño se puede realizar con un precio menor al de los módulos, fue que se seleccionó la aplicación en Android para este trabajo de tesis.

Para el diseño de este sistema, es necesario un servidor web, el desarrollo de un servidor web, una base de datos, la aplicación en Android, y la interfaz web. El servidor web cuesta \$20.00 y la base de datos es gratuita.

Se adquirió un Servidor Virtual Privado (VPS Virtual Private Server) por un costo de \$ 20.00 mensuales. Este servidor ofrece 1GB RAM, 8 CPUs, 24GB de almacenamiento y 2TB para transferencia de datos. Sobre este se ha montado un servidor web NGINX y uwsgi. Por el momento, los servidores web más utilizados son APACHE, IIS y NGINX (Engine X). De estos tres, se eligió el servidor web NGINX porque, como se programará en Python, se prefiere trabajar con Linux y no sobre Windows. Y en el caso de IIS, este no tiene compatibilidad con Linux. Además, el costo de NGINX es US\$ 0.00. Por el contrario, para usar Microsoft IIS es necesario adquirir una licencia.

Adicionalmente, no se trabajó sobre Apache, porque, a pesar de ser gratuito también, es un servidor web más lento, y la configuración del servidor ocupa más espacio que la de NGINX.

Se requiere que el dispositivo a localizar con GPS asistido (de ahora en adelante, cliente) se comunice con otro dispositivo encargado de registrar su posición (en adelante, base). Para comunicarse con la base, el cliente debe saber dónde ubicarla. La manera más sencilla es que la base tenga una ubicación fija, para esto, un servidor web con IP fija cumple con estas características.

Por otro lado, para llevar el registro de la posición es necesario persistir la data. Escribir las posiciones en un archivo de texto cumple con estos requisitos. Pero también es necesario filtrar por usuario, ordenar por fecha, y demás operaciones en la data. La solución Tried and True/Battletest para almacenar y operar en la data es una base datos, con bases en la Algebra relacional.

3.6 Localización en Sistema Operativo Android

Android tiene la capacidad de determinar su ubicación vía GPS (Global Positioning System), mediante GSM o WiFi, pues contiene un paquete llamado "android.location" el cual provee el API (application programming interface). Ambas tecnologías usadas en paralelo se conoce como GPS Asistido.

Android Location API posee dos clases: LocationManager y LocationProvider. Location Manager provee el acceso al servicio de ubicación. La clase Location Provider es la superclase de los distintos location providers que entregan la información sobre la posición en la que se encuentra el dispositivo. Los LocationProvider disponibles son los siguientes:

- Red: utiliza la red móvil o Wi-Fi para determinar la ubicación. Provee mejor precisión que GPS en ambientes cerrados.
- GPS: utiliza el receptor GPS para determinar la posición. Por lo general tiene mejor precisión que el LocationProvider de red.

En este caso, vamos a seleccionar el LocationProvider utilizando Criteria object. Con eso, se iniciará usando el LocationProvider GPS, y en caso este no se encuentre disponible, se usará el LocationProvider de red.

Esta información es luego transmitida utilizando la red de datos del dispositivo, o conexión a WiFi que carga el portador. Posteriormente, esta información es enviada a un servidor Web, el cual envía los datos al programa en python mediante la interfaz

uWSGI (una implementación del protocolo WSGI: Web Server Gateway interface). El programa procesa los datos y los muestra en un mapa.

Además, el servidor web almacena los datos de posición en una base de datos para poder mantener un histórico de los lugares donde ha estado el paciente, los cuales se muestran en una tabla. El diagrama de arquitectura de la aplicación se muestra en Figura 3.1.

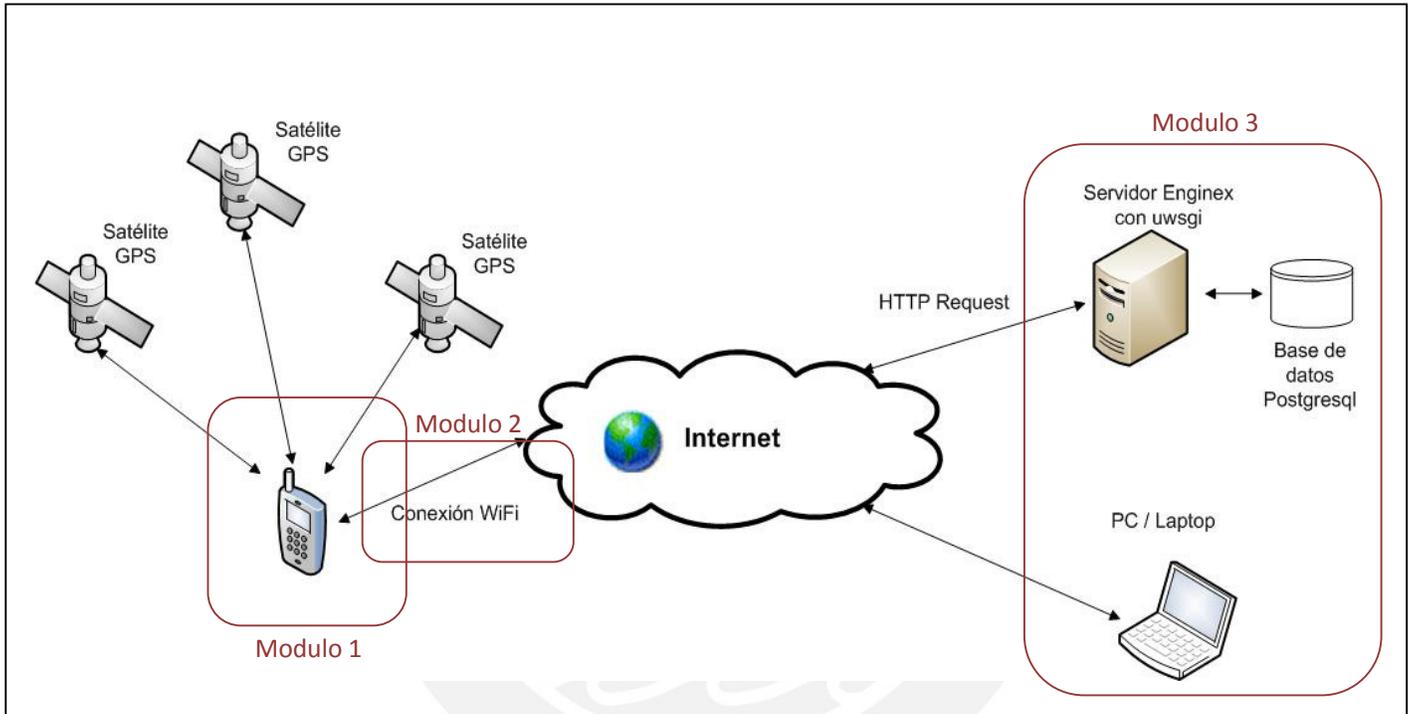


Figura 3.1: Diagrama de arquitectura de la aplicación de localización Android
Diseño: Carmen Sawada

3.7 Desarrollo de la aplicación en Android

El módulo uno consta del desarrollo de la aplicación en Android. Para poder realizar la aplicación, el entorno de desarrollo utilizado es Eclipse pues ya existe un plugin de Android para este entorno que permite realizar aplicaciones de localización GPS.

Para la aplicación, se han creado 3 clases [25]; AndroidGPSProyecto, Conectado y GPSTracker. La primera clase, es AndroidGPSProyecto. La cual es la clase principal. Aquí está la conexión al servicio web, validación del usuario y contraseña. Una vez

que se validó que el usuario y la contraseña son correctos, la clase AndroidGPSProyecto nos envía a la clase “Conectado”.

La clase “Conectado” envía la información de posición y la clase GPSTracker es una clase que tiene todas las rutinas relacionadas a la localización GPS. Esta es la clase que obtiene los datos de posición, latitud y longitud.

Para este módulo, se han considerado las siguientes especificaciones de diseño:

- En caso de no localizar por GPS, el cálculo de posición se realizará mediante el uso de la red GSM.
- Se enviará la posición cada minuto y medio.
- En el caso de que el dispositivo no cuente con conexión a internet, se almacenarán los datos hasta que se cuente con conexión nuevamente. En este momento, se enviarán todos los datos almacenados.
- En el caso de que el dispositivo pierda la conexión a internet, este intentará reconectarse cada 5 minutos.

El funcionamiento del sistema detallado se puede ver en la Figura 3.2

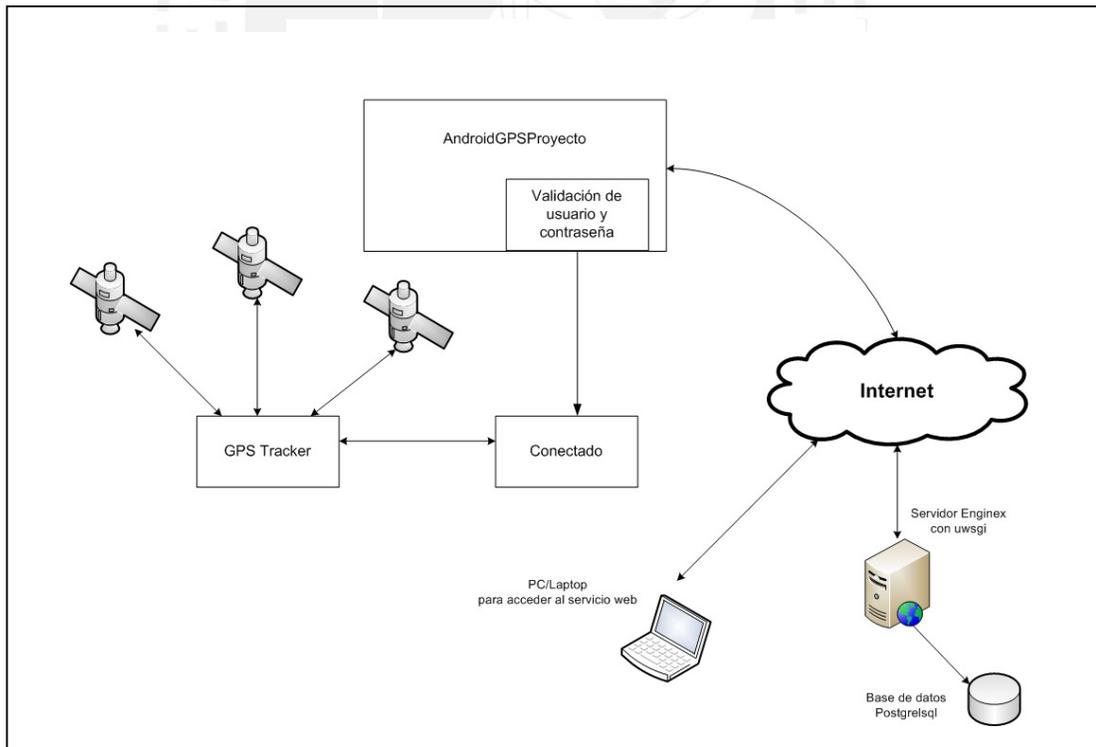


Figura 3.2: Funcionamiento módulo 1
Diseño: Carmen Sawada

Además, para ingresar a la aplicación y poder activar el envío de datos de posición, los cuidadores del paciente, deben ingresar a la aplicación con un usuario y un login como se muestra en la Figura 3.3 (Anexo 1)



Figura 3.3: Captura de pantalla de la aplicación Android

3.8 Acceso al servicio web e interfaz (Muestra de datos gráfica e histórica)

Para poder ver la ubicación del paciente, deberá ingresar al servicio web con el mismo Password y Login de la aplicación Android como se muestra en la figura 3.4 (Anexo 4).



Figura 3.4: Captura de pantalla de la página de ingreso al servicio web

De esta manera, el servicio web mostrará el mapa y la data histórica de posiciones del paciente como se muestra en la Figura 3.5

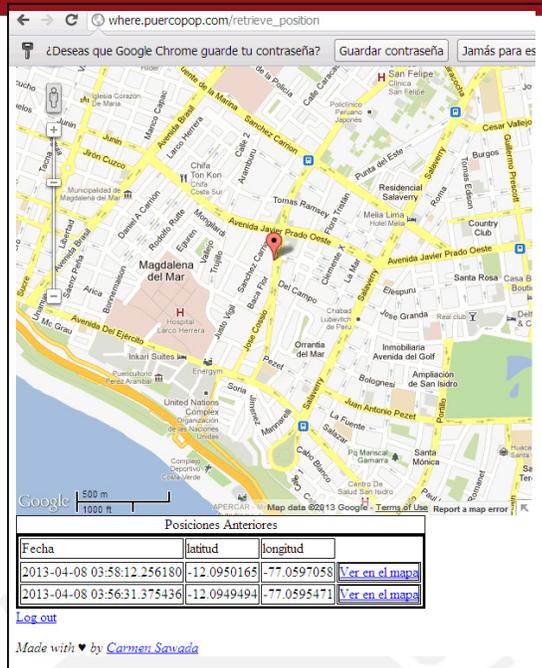


Figura 3.5: Captura de pantalla del servicio web

CAPITULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Proceso de pruebas

Las pruebas para este documento de tesis se basan en la comparación de los datos de posición obtenidos con la aplicación y con un GPS dedicado.

Se tomaron datos de posición en distintos puntos del distrito de San Borja, los cuales luego fueron comparados para determinar la precisión del GPS del sistema desarrollado con sistema operativo Android.

Para empezar con la toma de datos en cada punto definido, se empieza primero con las pruebas básicas para verificar el funcionamiento del GPS del sistema de localización diseñado.

4.2 Pruebas básicas del sistema de localización

Para el sistema de Localización, se empieza comparando la precisión del dispositivo usando sólo GPS, sólo GSM y A-GPS

Las siguientes pruebas fueron realizadas en el distrito de San Borja en la cuadra 35 de Javier Prado este, en un edificio al costado de las oficinas de Campo Fe. Se mide la precisión dentro y fuera de un edificio para ver como esto afecta los resultados.



Figura 4.1: Lugar de prueba para las pruebas básicas

Leyenda:

-  Personal Training
-  Campo Fe
-  Punto de Pruebas básica

4.1.1.1 Prueba usando sólo GSM y Redes inalámbricas

En esta prueba, se desactiva la funcionalidad del GPS en el celular. Es decir, la ubicación solo se realiza mediante redes GSM y redes inalámbricas.

Prueba dentro de un edificio

De acuerdo a lo visualizado en el mapa (Figura 4.2), y usando la escala mostrada, la distancia de la avenida es el 10 metros y la distancia del edificio contiguo es también de 10 metros.

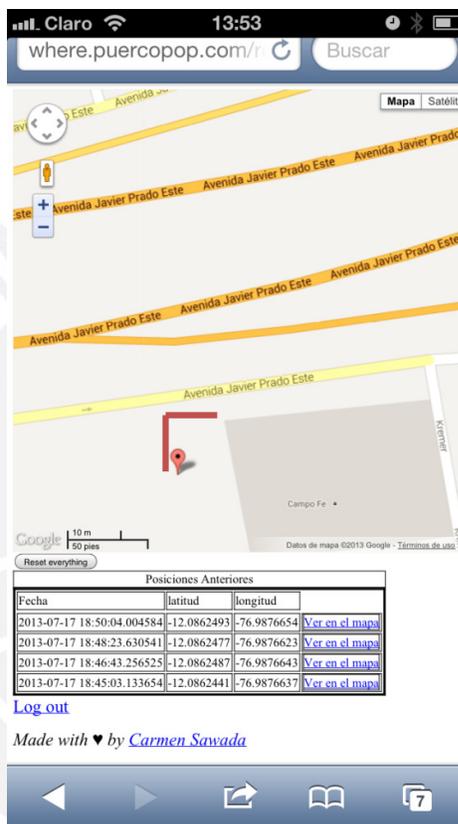


Figura 4.2: Ubicación sólo con red GSM e inalámbricas dentro de un edificio

4.2.1.2 Prueba con GPS

Para esta prueba, se apagaron los servicios de localización por redes inalámbricas y por GSM en el Smartphone, contando sólo con el servicio de ubicación brindado por el GPS del celular.

Prueba al interior de un edificio

La siguiente imagen muestra los resultados que se visualizan en la página web creada para la ubicación del paciente.

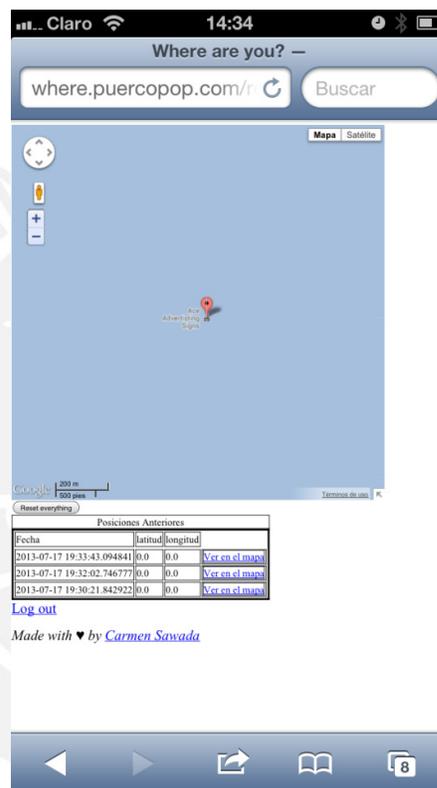


Figura 4.3: Ubicación sólo con GPS Android dentro de un edificio

Podemos ver que las coordenadas de latitud y longitud del GPS marcan (0,0). Esto significa que no se puede contar con esta tecnología dentro de edificios.

Prueba en el exterior de un edificio

A diferencia de la prueba realizada dentro del edificio usando sólo GPS, se puede ver que en exteriores el GPS es detectable. Sin embargo, en este caso, la precisión es menor, pues la ubicación real está más cerca al edificio de Campo Fe.

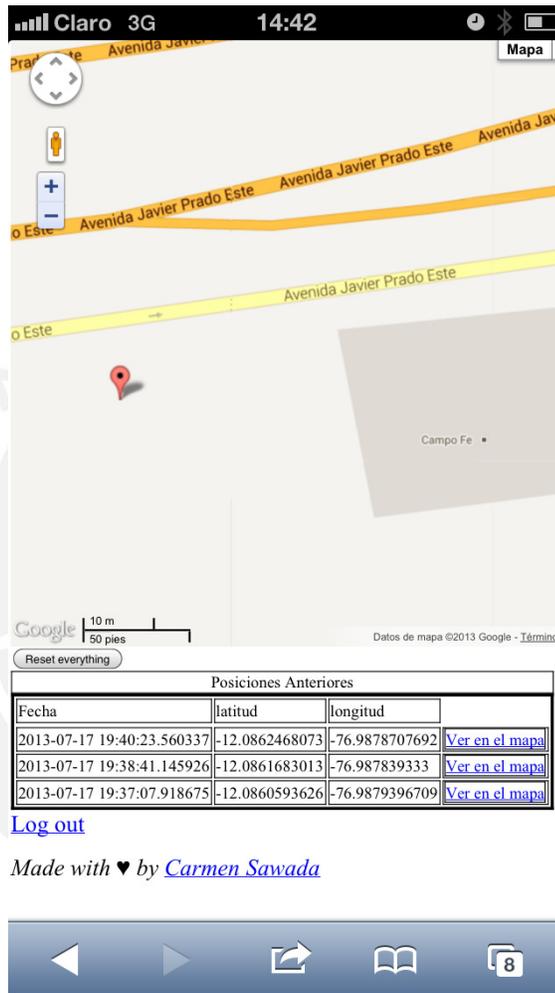


Figura 4.4: Ubicación sólo con GPS Android en el exterior

4.2.1.3 Prueba con GPS Asistido

En esta prueba están activadas ambas funcionalidades. La de ubicación por GPS y por redes inalámbricas y GSM.

Prueba con AGPS dentro de un edificio

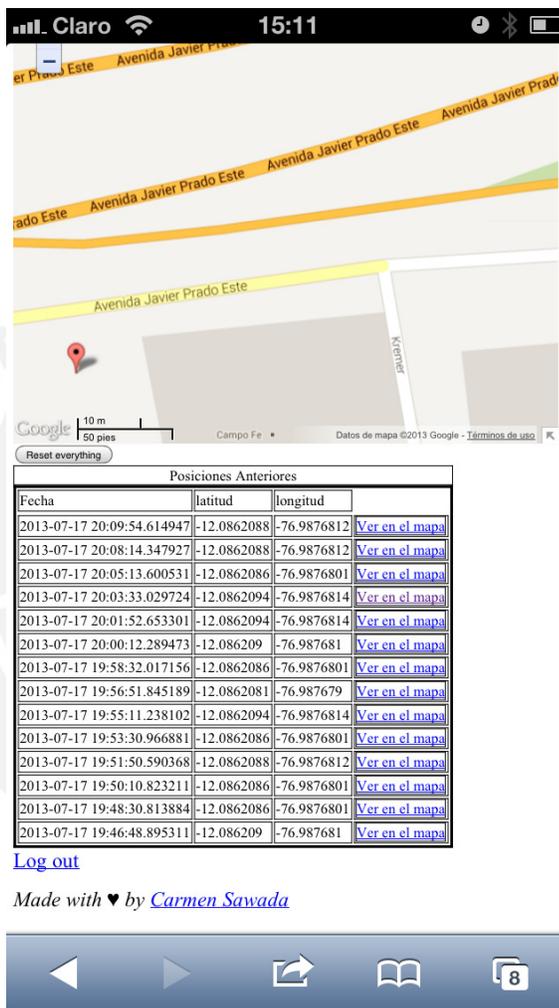


Figura 4.5: Ubicación GPS Asistido en el interior de un edificio

Prueba con AGPS en el exterior de un edificio

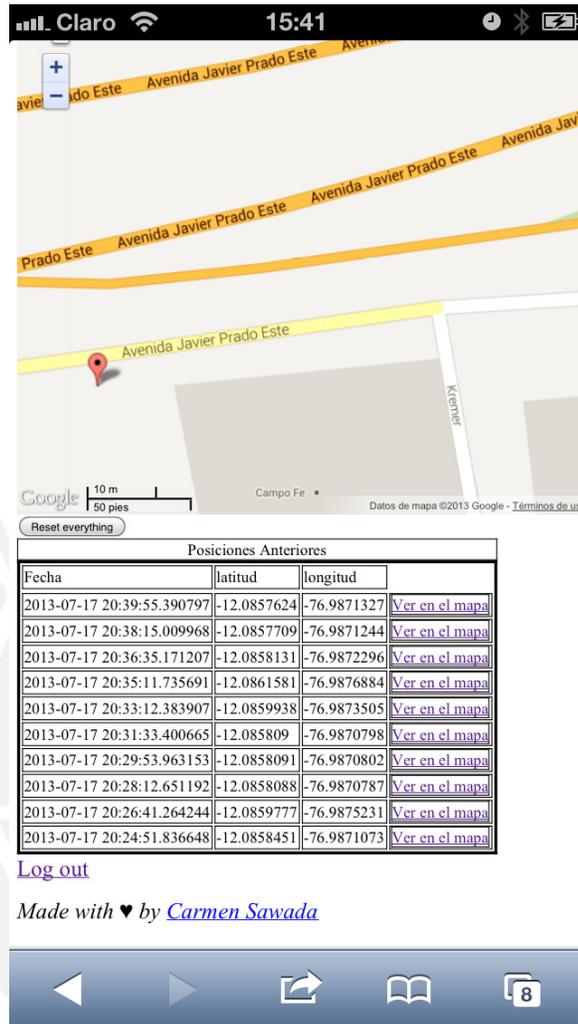


Figura 4.6: Ubicación GPS Asistido en el exterior

Se puede ver gráficamente, que en ambos casos, la ubicación del equipo localizado es casi la misma. Con una diferencia menor a 10 metros entre ambas pruebas. Con lo que se puede decir que el GPS Asistido tiene mayor precisión dentro y fuera de edificios. De esta manera, es posible aminorar las desventajas del GPS y GSM de pérdida de precisión por obstáculos y rango de error respectivamente.

4.3 Pruebas en el campo

Para probar la precisión del sistema diseñado, se realizaron seis pruebas en el distrito de San Borja. En cada prueba se tomaron los datos de posición con el sistema diseñado. Se sostuvo el dispositivo en la ubicación indicada en cada prueba y se esperó a que el dispositivo terminara de mandar su posición.

Tal como se esperaba, esto se reflejó en la página web diseñada, como se muestra a continuación en las pruebas. Asimismo, en esa misma ubicación, se tomaron los datos de posición de un GPS dedicado de la marca Garmin, modelo Rino 130 con la finalidad de comparar la precisión entre ambos dispositivos. Este GPS cuenta con una precisión no menor a 15 metros con sólo GPS, y de entre 3 – 5 metros con DGPS.

Prueba 1: Cruce de La Avenida Velazco Astete con Calle 24

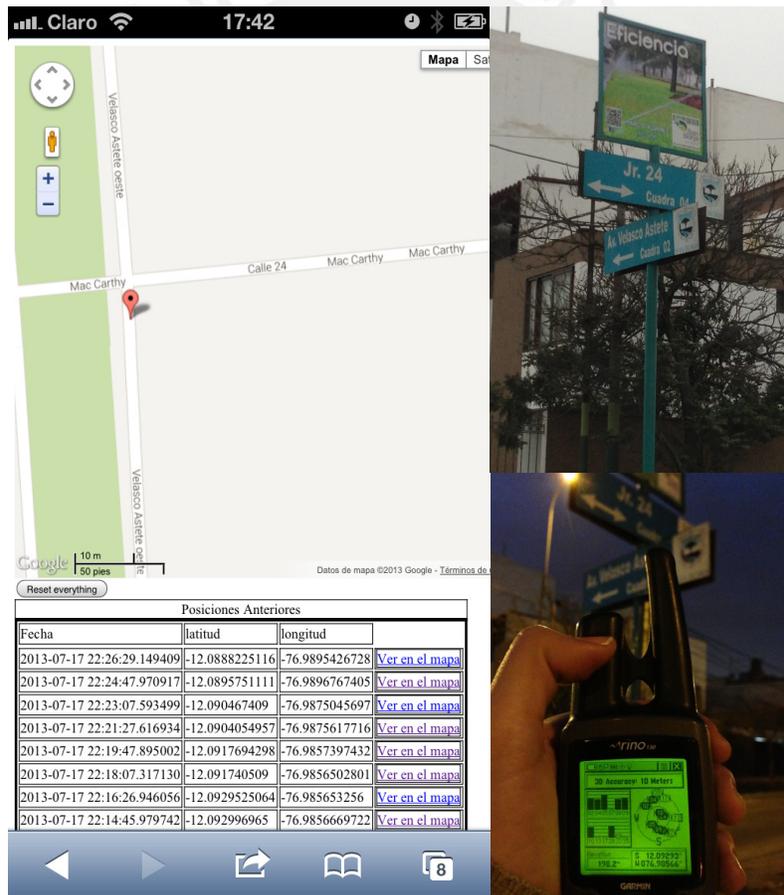


Figura 4.7: Toma de datos con el sistema de localización y GPS dedicado en ubicación de prueba 1

Prueba 2: Cruce de la Avenida Velasco Astete con Calle 39

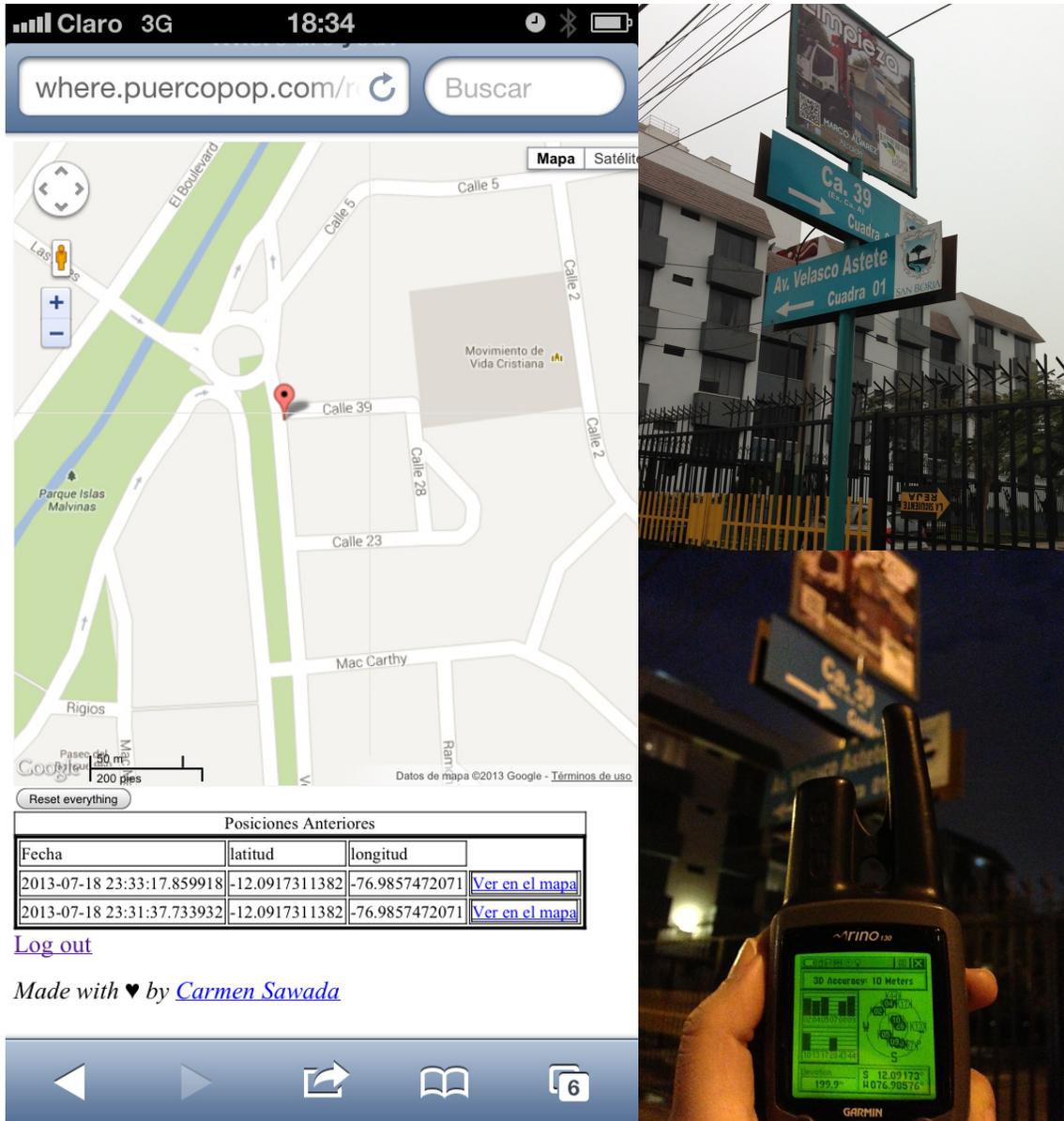


Figura 4.8: Toma de datos con el sistema de localización y GPS dedicado en ubicación de prueba 2

Prueba 3: Cruce de la Avenida Las Artes con Calle Poussin

where.puercopop.com/r/ Buscar

Mapa

Google

50 m 200 pies

Datos de mapa ©2013 Google - Términos

Reset everything

Posiciones Anteriores			
Fecha	latitud	longitud	
2013-07-18 23:36:39.340203	-12.0903825738	-76.9876362588	Ver en el mapa

[Log out](#)

Made with ♥ by [Carmen Sawada](#)



Figura 4.9: Toma de datos con el sistema de localización y GPS dedicado en ubicación de prueba 3

Prueba 4: Cruce de la Avenida las Artes con Cavallini

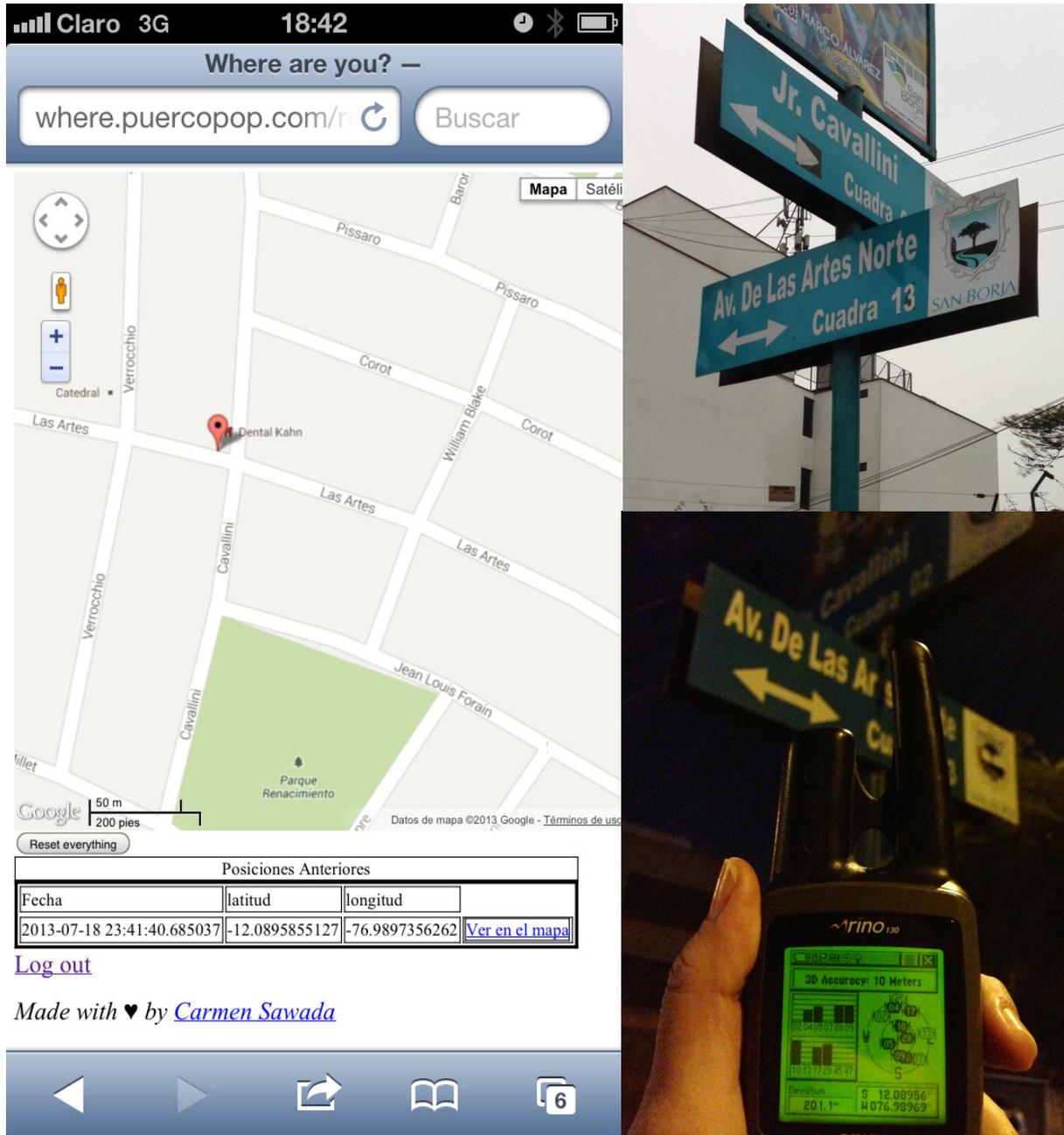


Figura 4.10: Toma de datos con el sistema de localización y GPS dedicado en ubicación de prueba 4

Prueba 5: Grifo Repsol en Av. Javier Prado este cuadra 33

The image shows a mobile application interface for location tracking. The top part is a search bar with the text "Where are you? -" and a search button labeled "Buscar". Below the search bar is a map of the area around Avenida Javier Prado Este, showing various landmarks like the Instituto Nacional de Salud del Niño and Instituto Peruano de Mantenimiento. A red pin is placed on the map near the location "Grifo Repsol San Borja".

Below the map is a table titled "Posiciones Anteriores" (Previous Positions) with the following data:

Fecha	latitud	longitud	
2013-07-18 23:50:01.389397	-12.0867856334	-76.9917941399	Ver en el mapa
2013-07-18 23:48:20.876983	-12.086766978	-76.9917540631	Ver en el mapa

Below the table is a "Log out" link and a note: "Made with ♥ by [Carmen Sawada](#)". At the bottom of the screenshot is a navigation bar with icons for back, forward, refresh, home, and a notification icon showing the number 6.

On the right side of the image is a photograph of a hand holding a Garmin Marino 130 GPS device. The device's screen displays "3D Accuracy: 9 Meters" and "Elevation 200.2". In the background of the photo, a Repsol gas station sign is visible.

Figura 4.11: Toma de datos con el sistema de localización y GPS dedicado en ubicación de prueba 5

Prueba 6: Oficinas de Campo Fe en Av. Javier Prado este cuadra 35.

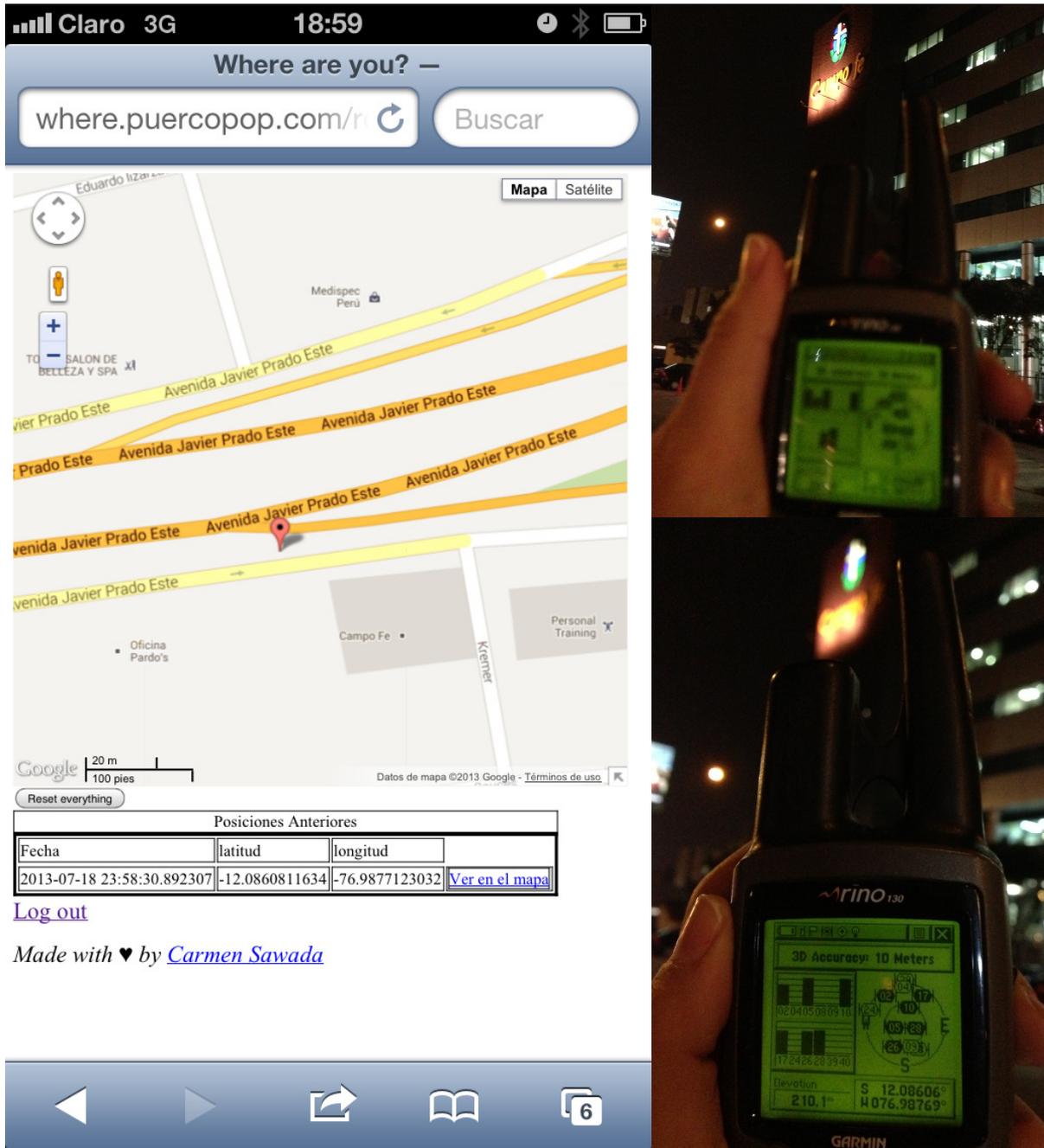


Figura 4.12: Toma de datos con el sistema de localización y GPS dedicado en ubicación de prueba 6

4.4 Análisis de precisión del Sistema de Localización diseñado

A continuación, en la Tabla 4.1 se muestra el resumen de los datos recopilados en el punto 4.1.2

Ubicación	GPS Android		GPS dedicado	
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
Av. Velazco Astete con Calle 24	-12.09299	-76.98566	-12.09296	-76.98569
Av. Velazco Astete con Calle 39	-12.09173	-76.98574	-12.09173	-76.98576
Av. Las Artes con Poussin	-12.09038	-76.98763	-12.09036	-76.98769
Av. Las Artes con Cavallini	-12.08958	-76.98973	-12.08956	-76.98969
Repsol	-12.08676	-76.99175	-12.08672	-76.9917
Campo Fe	-12.08608	-76.98771	-12.08606	-76.98769

Tabla 4.1: Recopilación de datos de pruebas

Para el análisis de resultados, se calcula la diferencia en metros entre los puntos medidos con el GPS dedicado y con el GPS Asistido del Smartphone Android [26]. A partir de los resultados obtenidos, se puede observar que en comparación con un GPS dedicado, el sistema diseñado tiene una precisión de +/- 4 metros.

Ubicación	GPS Android		GPS dedicado		Distancia entre puntos (metros)
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
Av. Velazco Astete con Calle 24	-12.09299	-76.98566	-12.09296	-76.98569	4.666
Av. Velazco Astete con Calle 39	-12.09173	-76.98574	-12.09173	-76.98576	2.175
Av. Las Artes con Poussin	-12.09038	-76.98763	-12.09036	-76.98769	6.892
Av. Las Artes con Cavallini	-12.08958	-76.98973	-12.08956	-76.98969	4.885
Repsol	-12.08676	-76.99175	-12.08672	-76.9917	7.024
Campo Fe	-12.08608	-76.98771	-12.08606	-76.98769	3.11
Promedio					4.792

Tabla 4.2: Distancias entre datos tomados en los mismos puntos de medición.

4.5 Plan de datos propuesto

En el diseño del sistema de localización, vemos que se transmiten 32 bits de datos como se muestra en la Figura 4.13. Si a esto sumamos los bytes adicionales de la trama, que suman 48 bytes entre bytes de cabecera, error, dirección, tendremos un total de 416 bits. Para calcular el paquete de datos requerido al mes, considerando que el envío se realiza cada 100 segundos durante todo el día, podemos decir que al

día se realizarían 864 envíos (86400 segundos por día). Por lo tanto, se realizarán 25920 envíos mensuales.

```
* About to connect() to where.puercopop.com port 80 (#0)
* Trying 50.116.13.167...
* connected
* Connected to where.puercopop.com (50.116.13.167) port 80 (#0)
> POST /update_position HTTP/1.1
> User-Agent: curl/7.24.0 (x86_64-apple-darwin12.0) libcurl/7.24.0 OpenSSL/0.9.8
x zlib/1.2.5
> Host: where.puercopop.com
> Accept: */*
> AUTHORIZATION: pepe pepe
> Content-Length: 32
> Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
>
* upload completely sent off: 32 out of 32 bytes
< HTTP/1.1 204 NO CONTENT
< Server: nginx/1.1.19
< Date: Fri, 19 Jul 2013 16:51:29 GMT
< Content-Type: text/html; charset=utf-8
< Content-Length: 0
< Connection: keep-alive
<
* Connection #0 to host where.puercopop.com left intact
* Closing connection #0
```

Figura 4.13: Transferencia de datos por paquete información GPS

Consecuentemente, se enviarán en total 10782720 bits de datos al mes. Se puede ver la representación de los 829440 bits en cada unidad.

Consumo mensual de datos	
bits	10782720
bytes	1347840
kilobits	10530
kilobytes	1316.25
megabits	10.283203
megabytes	1.28540039

Tabla 4.3: Conversión de bits

Con lo cual, podemos decir que se requiere adquirir un plan de datos a un servicio de telefonía de 1.3MB al mes.

Actualmente, la compañía Telefónica, ofrece planes de internet prepago [Figura 4.14] de 25MB de S/.3.00 [27]. Tarifa suficiente para cubrir 19 meses de servicio al paciente de Alzheimer.

Tipo de Supercarga	Precio	Vigencia	Capacidad	SMS de compra al 550
Supercargas de Cobro Periódico (cada 7 días) ⁽¹⁾	S/. 3	7 días	25 MB	SEM
	S/. 5		50 MB	7D
	S/. 10		110 MB	110MB
Supercargas de Cobro Único ⁽²⁾	S/. 1	1 día	8 MB	SOL
	S/. 30	30 días	350 MB	MES
	S/. 40	30 días	500 MB	500 MB
	S/. 60	30 días	1 GB	1 GB
	S/. 90	30 días	2GB	2GB

Figura 4.14: Tarifas plan prepago internet Movistar

4.6 Costo total de la solución

El costo total de la solución inicial, toma en cuenta el costo del equipo celular con sistema operativo Android. Para este diseño se utilizó un equipo Samsung Young, el cual tiene un precio promedio de 200 soles en el mercado. A esto, se suman los 3 soles mensuales para cubrir y superar el plan de datos requerido.

Adicionalmente, el costo del servidor virtual privado, que tiene un costo de \$20.00 mensuales [57]. Sin embargo, según pruebas de estrés realizadas en el servidor, este puede trabajar con 90 usuarios concurrentes. Con lo cual el costo por usuario de este servidor es de \$2.30 mensuales.

En base a esto, el costo inicial de la solución es de aproximadamente 213 soles dependiendo de la tasa de cambio en ese momento, y el pago mensual por el servicio es de 13 soles.

CONCLUSIONES

A partir de las pruebas realizadas se puede concluir que la aplicación con GPS Asistido en Android tiene una precisión de +/- 4 metros en comparación con un GPS dedicado, y la transmisión de información es inmediata. No hubo complicaciones para el emisor ni para el receptor en ninguna de las pruebas realizadas. Durante las pruebas la ubicación enviada fue correcta, siendo capaz de guiar a los cuidadores del paciente a una posición que permitiría ubicar al paciente de manera sencilla y en muy poco tiempo.

El tiempo en que se obtuvo la ubicación del emisor en la página web fue inmediata. Por lo menos, dos segundos después de que el emisor envió los datos de posición, estos pueden ser vistos desde la página web. Por lo tanto, este tiempo es adecuado para poder ubicar al paciente de manera eficaz incluso si se encuentra en movimiento, pues la distancia recorrida por el emisor en el lapso de tiempo en que se envía la señal, es lo suficientemente corta [56] (aproximadamente 83 metros) para identificar al paciente visualmente. Así podemos decir que la localización obtenida está aún “vigente”.

Adicionalmente, la batería del equipo utilizado demostró durante las pruebas que con el GPS encendido tiene una duración aproximada de 14 horas, con lo cual el paciente podría ser localizado en este periodo de tiempo.

Como resumen general, la aplicación ha demostrado cumplir su propósito de manera exitosa, sencilla y eficiente y ha probado ser una herramienta útil y económicamente viable para poder hallar a una persona que sufre de la enfermedad de Alzheimer.

RECOMENDACIONES

En el Perú se han reportado en los periódicos varios casos de personas mayores desaparecidas a causa de esta enfermedad. Finalmente, el periódico no informa si el desaparecido fue encontrado o no, sin embargo, esta situación podría evitarse con algún mecanismo o sistema de seguridad como el diseñado en este tema de tesis.

El problema recae en que en el Perú, no se cuenta con programas de protección ni soluciones para este tipo de incidencias. Existen mundialmente, sin embargo, el costo bordea los 4mil soles y estos equipos tienen que ser importados, pues no se encuentran en el Perú.

Por otro lado, ninguna aseguradora cubre localizadores ni soluciones con lo cual las posibilidades de obtener este tipo de seguridad están reducidas para un sector del 2% de la población, que es la clase alta y clase media alta.

Esta propuesta abarca responsabilidad social, cobertura complementaria en el cuidado de los pacientes que aun mantienen individualidad que les permita tener una calidad de vida con riesgos menores de pérdida y que además reduce el estrés que puede sentir tanto el paciente como la familia al perder a un miembro de la familia.

Dada la falta de servicios de protección al paciente de Alzheimer, se sugiere implementar y ofrecer este sistema de localización como un servicio de muy bajo costo o gratuito, accesible a todos los estratos sociales y proponer esta solución a las empresas de telefonía, instituciones privadas y públicas de salud, aseguradoras y al público en general que se preocupa por tener soluciones que minimicen riesgos a los pacientes con enfermedades neurodegenerativas.

Si bien este tema de tesis está enfocado a la enfermedad de Alzheimer, esta solución puede ser aplicada a otras enfermedades como demencia senil o incluso niños.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Sarah Cannon Research Institute

- 2009 Deambulación: Cómo abordar un problema de personas con enfermedad de Alzheimer
- <<http://sarahcannonresearch.com/your-health/observance.dot?id=39765&lang=Spanish&db=hls&ebSCOType=monthlyObservance&widgetTitle=USE%20FOR%20ALL%20HOSTS%20-%20Observance%20Main>>

[2] Alzheimer Association

- 2009 Alzheimer's Disease
- <<http://www.alznyc.org/nyc/espanol/revista/otono2011/11.asp#.UlCgBujyZ6M>>

[3] Empowher

- 2003 Tecnología GPS y Enfermedad de Alzheimer
- <<http://www.empowher.com/media/reference/tecnologia-gps-y-enfermedad-de-alzheimer-un-nuevo-uso-para-una-tecnologia-existente>>

[4] CUSTODIO, Nilton

- 2008 "Prevalencia de demencia en una población urbana de Lima-Perú: estudio puerta a puerta"
- <<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v69n4/a03v69n4.pdf>>

[5] Diario La Primera

2011 Ingresos del 86 % de hogares no cubren la canasta básica familiar
<http://www.diariolaprimeraperu.com/online/especial/ingresos-del-86-de-hogares-no-cubren-la-canasta-basica-familiar_87038.html>

[6] YU, Xiao

2006 Learning significant user locations with GPS and GSM
<<http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/42121/227037360.pdf?sequence=1>>

[7] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Perú Características Socio económicas de los Hogares

1996 <<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0744/Libro.pdf>>

[8] PARNES, Robin

2010 Tecnología GPS y Enfermedad de Alzheimer
<<http://health.cvs.com/print.aspx?token=f75979d3-9c7c-4b16-af56-3e122a3f19e3&chunkiid=126773>>

[9] Diario la Primera

2009 Más de 240 mil peruanos con Alzheimer
<http://www.diariolaprimeraperu.com/online/actualidad/mas-de-240-mil-peruanos-con-alzheimer_46423.html>

[10] El Comercio Perú

- 2011 Más de 200 mil personas sufren de Alzheimer en el Perú
- <<http://elcomercio.pe/peru/743861/noticia-mas-200-mil-personas-sufren-alzheimer-peru>>

[11] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

- 1998 Pobreza y distribución del ingreso en el Perú.
- <<http://64.76.93.135/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0069/PRESEN.htm>>

[12] El Universal

- 2004 Tecnología vs Alzheimer
- <<http://www.eluniversal.com.mx/articulos/44678.html>>

[13] ABC Hoy Tecnología

- 2009 Un localizador GPS dará autonomía a enfermos Alzheimer en estados iniciales
- <<http://www.hoytecnologia.com/noticias/localizador-dara-autonomia-enfermos/96110>>

[14] Go daddy

- 2009 GPS Localizador Reloj para Alzheimer
- <http://gps-localizador.com/product_info.php?products_id=42>

[15] MedGadget

2005 Columba Bracelet

http://medgadget.com/archives/2005/06/columba_bracele.html

[16] Keruve Family direct localization

2013 Keruve helps you

<http://www.keruve.com/help-alzheimer/index.php>

[17] Diario La Primera

2011 Ingresos del 86% de hogares no cubren la canasta básica familiar

http://www.diariolaprimeraperu.com/online/especial/ingresos-del-86-de-hogares-no-cubren-la-canasta-basica-familiar_87038.html

[18] Consulado General de Israel

2009 Israel desarrolla un chip para ubicar a las personas con Alzheimer

<http://www.consuladodeisrael.com/news/new/archive/news/2009/08/18/Israel-desarrolla-un-chip-para-ubicar-a-las-personas-con-Alzheimer.aspx>

[19] Senior Care Solutions

2011 Atlas RX

<http://www.seniorcaresolutionsonline.com/atlas.html>

[20] Xatakaon

2011 Cómo localizar mi posición: GPS, A-GPS, WIFI y redes GSM

<<http://www.xatakaon.com/tecnologia-de-redes/como-localizar-mi-posicion-gps-a-gps-wifi-y-redes-gsm>>

[21] Wikipedia: The free encyclopedia

2013 Error analysis for the Global Positioning System

<http://en.wikipedia.org/wiki/Error_analysis_for_the_Global_Positioning_System>

[22] KLIMASZEWSKI-PATTERSON, Anna

2013 Smartphones in the field: Preliminary study comparing GPS capabilities between a smartphone and dedicated GPS Device

<<https://nevada-reno.academia.edu/AnnaPatterson/Papers>>

[23] Anaxa

2013 Geo-Location

<http://anaxa-vida.com/?page_id=2>

[24] WPCentral

2009 GPS vs aGPS: A quick tutorial

<<http://www.wpcentral.com/gps-vs-agps-quick-tutorial>>

[25] Do it yourself Android

2010 Understanding the LocationListener in Android

<<http://blog.doityourselfandroid.com/2010/12/25/understanding-locationlistener-android/>>

[26] Movable type Scripts

2010 Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points

<<http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>>

[27] Movistar

2013 Supercargas de internet en tu celular

<<http://www.movistar.com.pe/movil/prepago/supercargas-de-internet-en-tu-celular>>

[28] Tech-Faq

2012 How cellphone tracking works

<<http://www.tech-faq.com/how-cell-phone-tracking-works.html>>

[29] Informática hoy

2010 Localización de teléfonos celulares por GSM y GPS

<<http://www.informatica-hoy.com.ar/soluciones-moviles/Localizacion-de-telefonos-celulares-por-GSM-y-GPS.php>>

[30] Parallax Forum

2013 How to get GPS Data

<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&ved=0CHIQFjAI&url=http%3A%2F%2Fforums.parallax.com%2Farchive%2Findex.php%2Ft-121919.html&ei=_ISVUvqSBoaHkQfP2YDICw&usg=AFQjCNEQtAZoFvq8G75Kbfw9GnvDgSinJg&bvm=bv.57155469,d.eW0>

[31] Squidoo

2013 A guide to GPRS Modules
<<http://www.squidoo.com/gprs-modules>>

[32] Mikroelektronika

2012 Compra de Boards
<<http://www.mikroe.com/add-on-boards/gsm-gprs/>>

[33] GARCÍA, Miguel Angel

2003 Revista de Neuro-Psiquiatría 2003 “La atención sociosanitaria del adulto mayor dependiente: Intervención cognitiva en pacientes con demencia tipo Alzheimer”
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/neuro_psiquiatria/v66_n2/Pdf/a04.pdf>

[34] Asociación Peruana de Enfermedad de Alzheimer y otras demencias

2012 Acerca de la Enfermedad de Alzheimer
<<http://www.alzheimerperu.org/alzheimer.htm>>

[35] Perú 21

2009 El 10% de la población adulta mayor sufre de Alzheimer
<<http://peru21.pe/noticia/341879/10-poblacion-adulta-mayor-sufre-alzheimer-alerta-minsa>>

[36] National Institute on Aging

2012 Alzheimer's Disease Fact sheet

<<http://www.nia.nih.gov/alzheimers/publication/alzheimers-disease-fact-sheet>>

[37] National Institute on Aging

2012 Alzheimer's Disease Medications Fact Sheet

<<http://www.nia.nih.gov/Alzheimers/Publications/guia.htm#12>>

[38] Telit Wireless Solutions

2012 GE863-GPS

<http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php?p_id=12&p_ac=show&p=8>

[39] Alzheimer's Association

2012 Seven stages of Alzheimer

<http://www.alz.org/alzheimers_disease_stages_of_alzheimers.asp>

[40] Alzheimer's Association

2012 Caregiver Stress Check

<<http://alz.org/stresscheck/>>

[41] Official U.S. Government information about the GPS and related topics

2012 GPS Overview

<<http://www.gps.gov/systems/gps/space/>>

[43] Wikipedia - La enciclopedia libre

2013 Sistema Global para las comunicaciones móviles

<http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Global_para_las_Comunicaciones_M%C3%B3viles>

[44] El Mundo

2009 Una casa inteligente para pacientes con Alzheimer

<<http://www.elmundo.es/elmundo/2009/04/20/castillayleon/1240215692.html>>

[45] Alzheimers disease international

2009 Informe Mundial sobre el Alzheimer 2009 – Resumen Ejecutivo

<<http://www.alz.co.uk/research/files/WorldAlzheimerReport-Espanol.pdf>>

[46] World Academy of Science

2013 GSM-Based approach for indoor localization

<<http://www.waset.org/journals/waset/v76/v76-37.pdf>>

[47] Methods of information in medicine

2009 What do family caregivers of Alzheimer's disease patients desire in smart home technologies?

<http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/20/09/17/PDF/Rialle_et_al_auteur.pdf>

[48] Autores, Varios

2005 Neurología y Neurocirugía Manual CTO 6ta Edición. Tema 3 Pag 14–17

<<http://www.tutomundi.org/2009/03/cto-manuales-cto-6ta-edicion-completa.html>>

[49] Now.sms

2013 What is a GSM modem?

<<http://www.nowsms.com/GSM%20Modems.htm>>

[50] MOODY, Thomas

1992 Personnel location monitoring system and method

<http://www.google.com.pe/patents?hl=es&lr=&vid=USPAT5115223&id=M_sgAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=alzheimer+tracking+device&printsec=abstract#v=onepage&q&f=false>

[51] BMC Geriatrics

2008 The use of advanced tracking technologies for the analysis of mobility in Alzheimer's disease and related cognitive diseases

<<http://www.biomedcentral.com/1471-2318/8/7>>

[52] About

2013 Global Positioning System

<<http://gps.about.com/od/glossary/g/GPS.htm>>

[53] PCMag

2013 Definition of GSM

<http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t%253DGSM%2526i%253D43985,00.asp>

[54] Phone Scoop

2009 GSM

<<http://www.phonescoop.com/glossary/term.php?gid=3>>

[55] Instituto Nacional de estadística e informática (INEI)

2004 Encuesta nacional de hogares sobre condiciones de vida en el Perú

<http://www.mesadeconcertacion.org.pe/documentos/general/2005_0214.pdf>

[56] Revista Médica Herediana

2009 Velocidad de la marcha en adultos mayores de la comunidad en Lima, Perú.

<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1018-130X2009000300003&script=sci_arttext>

[57] Linode

2013 Deploy and manage Linux Virtual Servers in the Linode Cloud

<<https://www.linode.com/>>