



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES
Y REDES

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED
INALÁMBRICA PARA LA IDENTIFICACIÓN, SUPERVISIÓN Y
LOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE PERSONAS CON
PADECIMIENTO DE ALZHEIMER”

TRABAJO DE TITULACIÓN: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Para optar al Grado Académico de:

INGENIERA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES

AUTORA: SHEILA PAMELA GUSQUI MACHADO

TUTOR: ING. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR

Riobamba-Ecuador

2017

@2017, Sheila Pamela Gusqui Machado

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
EN TELECOMUNICACIONES Y REDES

El tribunal de Trabajo de Titulación certifica que la propuesta tecnológica “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED INALÁMBRICA PARA LA IDENTIFICACIÓN, SUPERVISIÓN Y LOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE PERSONAS CON PADECIMIENTO DE ALZHEIMER”, de responsabilidad de la señorita Sheila Pamela Gusqui Machado, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Washington Luna DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Franklin Moreno DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES	_____	_____
Ing. José Guerra DIRECTO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
Ing. Edwin Altamirano MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____

RESPONSABILIDAD DE LA AUTORA

Yo, Sheila Pamela Gusqui Machado declaro ser la autora del presente trabajo de titulación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED INALÁMBRICA PARA LA IDENTIFICACIÓN, SUPERVISIÓN Y LOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE PERSONAS CON PADECIMIENTO DE ALZHEIMER”, que fue elaborado en su totalidad por mí, bajo la dirección del Ingeniero José Guerra, haciéndome totalmente responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Sheila Pamela Gusqui Machado

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios, Jesús y la Virgen María quienes siempre han sabido guiar e iluminar mi camino para que pudiese con este trabajo, culminar una etapa en mi vida estudiantil, a mi padre Francisco (+) que ha sido un ángel en mi vida y ha cuidado de mí todos estos años, a mi madre María que ha sido, es y será la mejor madre y amiga, quien con su amor, ejemplo, apoyo incondicional y palabras de aliento ha sido un pilar fundamental en mi vida para no darme por vencida, a mis hermanos Iván, Lilián, Nancy y Mayra, en especial a mis hermanas que gracias a su amor, consejos, apoyo, cuidados y enseñanzas puedo cumplir este sueño, gracias por ser padre y madre para mí, han sido mi ejemplo a seguir. A mi tío Gonzalo (+) por su consejos, amor y cuidados hacia mi familia, a mis sobrinos en especial a Aitorcito, Zuhaitz y a mis niñas Lunita, Pelusa, Princesa y Dulce que han llenado mi vida de alegrías y amor. A los grandes amigos que han sabido estar y permanecer en este camino lleno de aventuras como lo ha sido ser estudiante politécnico, siempre tendrán un espacio en mis recuerdos y en mi corazón.

Sheila Pamela

AGRADECIMIENTO

Agradecida con Dios, Jesús y la Virgen María por darme la fuerza y valentía para levantarme cada caída y así poder terminar este largo camino, le pido que guíe mis pasos siempre y me ayude a continuar y luchar siempre por mis sueños. A mi madre, mi padre (+) y mis hermanos, principalmente a mi madre María por ser al amor de mi vida, a Lilián, Nancy y Mayra por ser el motor de mi vida, gracias por motivarme a no conformarme con lo logrado y por darme su apoyo incondicional para poder superarme como persona y ahora como profesional. Agradecida con la vida por la familia que tengo. Gracias a los amigos que permanecieron en la atapa final de este camino, gracias por su amistad sincera.

De igual manera agradezco a mi alma mater la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y al sitio que se convirtió en mi segundo hogar, mi Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes.

Una infinita gratitud a los docentes quienes compartieron sus conocimientos y supieron incentivar las ganas de saber más sobre esta infinita área del conocimiento. En especial al Ing. José Guerra Salazar e Ing. Edwin Altamirano Santillán que con su guía, su apoyo, paciencia y motivación ha sido posible culminar con total éxito el presente trabajo, gracias por la confianza depositada en mí.

Sheila Pamela

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE ABREVIATURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. El Alzheimer.....	4
1.1.1. <i>Comportamiento del enfermo de Alzheimer</i>	4
1.1.2. <i>Efectos del Alzheimer en la persona que lo padece</i>	5
1.1.3. <i>Efectos de la enfermedad en el cuidador</i>	6
1.1.4. <i>Información estadística sobre personas con padecimiento de Alzheimer</i>	6
1.2. Red de Sensores Inalámbricos.....	7
1.2.1. <i>Nodos Sensores</i>	8
1.2.2. <i>Gateway</i>	9
1.2.3. <i>Estación Base</i>	9
1.2.4. <i>Topología</i>	9
1.2.5. <i>Tecnologías para la transmisión inalámbrica de datos</i>	10
1.3. Sistemas de Identificación Automática.....	12
1.3.1. <i>Tarjetas Inteligentes</i>	12
1.3.2. <i>Sistemas de Código de Barras</i>	13

1.3.3.	<i>Sistemas Biométricos</i>	13
1.3.3.1.	<i>Sistemas de identificación por huella dactilar</i>	14
1.3.3.2.	<i>Sistemas de identificación por el Iris</i>	14
1.3.3.3.	<i>Sistemas de identificación facial</i>	14
1.3.4.	<i>Sistemas NFC</i>	15
1.3.4.1.	<i>Definición de sistemas NFC</i>	15
1.3.4.2.	<i>Establecimiento de la Comunicación</i>	16
1.3.4.3.	<i>Compatibilidad con los diferentes sistemas operativos de móviles.</i>	16
1.3.5.	<i>Comparación entre los diferentes sistemas de identificación automática</i>	17
1.4.	Sistemas de Localización	18
1.4.1.	<i>Sistema GPS</i>	18
1.4.2.	<i>Características del sistema GPS</i>	18
1.5.	Signos Vitales	19
1.5.1.	<i>Frecuencia Cardíaca</i>	20
1.6.	Tarjetas de desarrollo	21
1.6.1.	<i>Galileo</i>	21
1.6.2.	<i>Raspberry Pi 2</i>	21
1.6.3.	<i>Arduino</i>	22
1.6.4.	<i>Comparación entre tarjetas de desarrollo</i>	23
1.7.	Sistemas comerciales de identificación, supervisión y localización	23
1.7.1.	<i>Trabajos realizados en Riobamba sobre el tema propuesto</i>	24

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	26
2.1.	Metodología de la investigación	26
2.1.1.	<i>Tipo de investigación</i>	26
2.1.2.	<i>Método de investigación</i>	26
2.1.2.1.	<i>Métodos teóricos</i>	27

2.1.2.2.	<i>Métodos empíricos</i>	27
2.1.3.	<i>Técnicas de investigación</i>	27
2.2.	Implementación; Hardware y Software del prototipo	28
2.2.1.	<i>Concepción general del sistema</i>	28
2.2.2.	<i>Requerimientos Hardware para el sistema</i>	29
2.2.2.1.	<i>Diseño de la Arquitectura del prototipo</i>	29
2.2.2.1.	<i>Descripción de los dispositivos usados en el prototipo</i>	30
2.2.2.2.	<i>Esquemas de conexión del Nodo Recolector.</i>	36
2.2.2.3.	<i>Alimentación del prototipo</i>	38
2.2.3.	<i>Requerimientos Software para el sistema</i>	39
2.2.3.1.	<i>Software Arduino</i>	40
2.2.3.2.	<i>MySQL</i>	40
2.2.3.3.	<i>Dreamweaver</i>	42
2.2.3.4.	<i>Página Web AlzSentinel</i>	42
2.2.3.5.	<i>App Inventor 2</i>	51

CAPITULO III

3.	PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA	53
3.1.	Pruebas del hardware implementado.	53
3.1.1.	<i>Análisis del sensor de pulso del dispositivo</i>	54
3.1.2.	<i>Tiempo de respuesta de etiquetas NFC</i>	56
3.1.3.	<i>Consumo de energía del prototipo</i>	56
3.2.	Pruebas del software implementado	58
3.2.1.	<i>Página Web</i>	58
3.2.1.1.	<i>Usuario Policía</i>	58
3.2.1.2.	<i>Usuario Cuidador</i>	59
3.2.1.3.	<i>Administrador</i>	59
3.2.2.	<i>Aplicaciones Móviles</i>	60

3.2.2.1.	<i>App AlzSentinel para Cuidadores, Administradores y Policías</i>	60
3.3.	Análisis económico del prototipo	64
CONCLUSIONES		65
RECOMENDACIONES		67
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Principales enfermedades causantes de muerte en el Ecuador	7
Tabla 2-1:	Funcionalidades de etiquetas NFC en sistemas operativos móviles.....	17
Tabla 3-1:	Comparación de características de los sistemas de identificación.....	17
Tabla 4-1:	Características del sistema GPS	19
Tabla 5-1:	Comparativa entre tarjetas de desarrollo	23
Tabla 1-2:	Comparación de modelos Arduino	31
Tabla 2-2:	Comandos AT para la Shield GSM/GPRS	33
Tabla 3-2:	Características de Shield GSM/GPRS	33
Tabla 4-2:	Características de Ublox NEO-6M GPS	34
Tabla 4-2:	Características de Ublox NEO-6M GPS	35
Tabla 4-2:	Características de NFC NXP Semiconductor	36
Tabla 8-2:	Esquema de conexión entre Arduino Micro y GRPS.	37
Tabla 9-2:	Esquema de conexión Arduino Micro y GPS.....	37
Tabla 10-2:	Esquema de conexión Arduino Micro y Sensor de Pulso.....	37
Tabla 11-2:	Características de RPi PowerPack.....	39
Tabla 1-3:	Análisis de pulso cardíaco	55
Tabla 2-3:	Medición tiempo de respuesta de la app para etiquetas NFC	56
Tabla 3-3:	Consumo de corriente y voltaje del prototipo	57
Tabla 4-3:	Tiempo de autenticación y búsqueda de datos del usuario Policía.....	58
Tabla 5-3:	Tiempo de respuesta de Autenticación Cuidadores y acceso al menú	59
Tabla 6-3:	Tiempo de Respuesta Autenticación y búsqueda de datos de Administradores .	60
Tabla 7-1:	Análisis económico del prototipo	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Progreso de la enfermedad de Alzheimer en el cerebro.....	6
Figura 2-1:	Efectos de la enfermedad de Alzheimer en el cuidador.....	6
Figura 3-1:	Arquitectura de una Red de Sensores Inalámbricos.....	8
Figura 4-1:	Arquitectura de un Nodo Sensor.....	8
Figura 5-1:	Topología de una Red Inalámbrica.....	9
Figura 6-1:	Tipos de tecnologías de Redes Inalámbricas.....	11
Figura 7-1:	Sistemas de Auto-Identificación.....	12
Figura 8-1:	Arquitectura de las tarjetas inteligentes.....	13
Figura 9-1:	Tipos de Códigos de Barras.....	13
Figura 10-1:	Tipos de sistemas biométricos: a) Huella Dactilar b) Iris c) Facial.....	14
Figura 11-1:	Usos de NFC.....	15
Figura 12-1:	Funcionamiento del sistema NFC.....	15
Figura 13-1:	Arquitectura etiquetas NFC.....	16
Figura 14-1:	Zonas para la toma de pulso.....	20
Figura 15-1:	Placa Intel Galileo.....	21
Figura 16-1:	Placa Raspberry Pi 2 Model B.....	22
Figura 17-1:	Placa Arduino Mega.....	22
Figura 18-1:	Dispositivos de localización, monitoreo e identificación.....	24
Figura 1-2:	Concepción general del sistema.....	29
Figura 2-2:	Diagrama de bloques del prototipo implementado.....	30
Figura 3-2:	Aspecto físico del Arduino Micro.....	32
Figura 4-2:	Aspecto físico GSM/GPRS SIM 900.....	32
Figura 5-2:	Módulo Ublox Neo-6M GPS.....	34
Figura 6-2:	Sensor de Pulso del Ritmo Cardíaco.....	35
Figura 7-1:	Etiquetas NFC NXP Semiconductor.....	36
Figura 8-2:	Esquema de conexión del nodo recolector del Prototipo.....	38
Figura 9-2:	Batería RPI PowerPack V1.2.....	39
Figura 10-2:	Parte del código usado en el módulo recolector - Arduino Micro.....	40
Figura 11-2:	Tablas creadas en phpMyAdmin para el almacenamiento de datos.....	41
Figura 12-2:	Estructura de la Tabla formulario.....	41
Figura 13-2:	Parte del código de la programación realizada en Dreamweaver.....	42
Figura 14-2:	Página Web AlzSentinel.....	43

Figura 15-2:	Menú de Log In de usuarios.....	44
Figura 16-2:	Autenticación de la Policial y búsqueda de información.....	44
Figura 17-2:	Resultado de búsqueda por código.....	45
Figura 18-2:	Autenticación y Menú de los usuarios Cuidadores.....	45
Figura 19-2:	Datos personales del paciente.....	46
Figura 20-2:	Ubicación de la persona mostrado en la página web.....	46
Figura 21-2:	Supervisión del pulso cardíaco.....	47
Figura 22-3:	Números de emergencia.....	47
Figura 23-2:	Autenticación y menú del Administrador.....	48
Figura 24-2:	Menú de la Administración.....	48
Figura 25-3:	Menú de Administración sobre los Cuidadores.....	49
Figura 26-3:	Formulario de registro de un nuevo usuario.....	49
Figura 27-2:	Búsqueda y resultado de la cédula del usuario.....	50
Figura 28-2:	Parte del registro de los usuarios registrados.....	50
Figura 29-2:	Administrar opción de acceso de Administradores.....	51
Figura 30-2:	Administrar código de los dispositivos.....	51
Figura 16-2:	Diseño de la interfaz de aplicación móvil.....	52
Figura 1-3:	Prototipo AlzSentinel.....	53
Figura 2-3:	Toma de muestras con tensiómetro microlife y prototipo AlzSentinel.....	54
Figura 3-3:	Medición de consumo energético del prototipo.....	57
Figura 4-3:	Ícono App AlzSentinel.....	61
Figura 5-3:	Interfaz gráfica de App AlzSentinel.....	61
Figura 6-3:	Monitor serial de Arduino.....	62
Figura 7-3:	Comparativa de ubicación por Google Maps y AlzSentinel.....	62
Figura 8-3:	Comprobación del funcionamiento del prototipo AlzSentinel.....	63
Figura 9-3:	Partes del prototipo AlzSentinel implementado.....	63

INDICE DE ABREVIATURAS

DNS:	Domain Name System (Sistema de Nombres de Dominio)
GLONASS:	Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (Sistema Global de Navegación por Satélite)
GND:	Ground (tierra)
GPRS:	General Packet Radio Service (Servicio General de Paquetes Vía Radio)
GPS:	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
GSM:	Global System for Mobile Communications
HTML:	HyperText Markup Language (Lenguaje de marcas de hipertexto).
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica).
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IoT:	Internet of things (Internet de las Cosas)
IoT:	Internet of Things (Internet de las cosas)
LED:	Light-emitting diode (Diodo emisor de luz).
LPM:	Latidos por minuto
LTE:	Long Term Evolution (Evolución a Largo Plazo)
NAVSTAR:	NAVigation Systema with Time And Ranging)
NCI:	NFC Controller Interface
NFC:	Near Field Communication (Comunicación de campo cercano)
OMS:	Organización mundial de la salud
PAM:	Pulse-Amplitude Modulation (Modulación por Amplitud de Pulsos)
PHP:	Hypertext Preprocessor
RAM:	Random Access Memory (Memoria de acceso aleatorio)

RF:	Radio frecuencia.
RFID:	Radio Frequency Identification (Identificación por Radiofrecuencia)
ROM:	Read-only memory (Memoria de solo lectura)
SIM:	Subscriber Identity Module (Módulo de Identificación de Suscripción)
SMA:	Servicio Móvil Avanzado
SMS:	Short Message Service (Servicio de Mensajes Cortos)
SQL:	Structured Query Language (Lenguaje de Consulta Estructurada)
URL:	Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos)
USB:	Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie)
VCC:	Voltaje de corriente continua. TXD: Transmit Data (Transmisor)
WIFI:	Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica)
WIMAX:	Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad Mundial Para Acceso por Microondas)
WiMAX:	Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas)
WPAN:	Wireless Personal Area Network (Red Inalámbrica de Área Personal)
WSN:	Wireless Sensor Networks (Red inalámbrica de sensores).
XHTML:	eXtensible HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto Extensible)

RESUMEN

Para el presente trabajo de titulación se desarrolló la implementación un prototipo de una red inalámbrica para la identificación, supervisión y localización de personas con padecimiento de Alzheimer. El sistema permite registrar y almacenar datos personales en un gestor de base de datos en la web (MySQL), la programación realizada en la página web y en una aplicación móvil nativa admite el acceso a la información mediante autenticación de usuarios, para la identificación de personas se hace uso de un código de emergencia único registrado en etiquetas de campo cercano (NFC). Para el procesamiento de la información se implementó una placa Arduino con conexión a un módulo GPRS para la transmisión de datos y un sensor de pulso para la detección de los signos vitales de la persona. El sistema suministrará por medio de la infraestructura de red de telefonía móvil GSM/GPRS en forma inalámbrica y tiempo real información de las coordenadas de la ubicación de la persona y el pulso cardíaco, en intervalos de 3 minutos para ser almacenados en la web. La información es mostrada en forma gráfica en un mapa y en una tabla de valores numéricos al acceder al sitio web. De las pruebas realizadas se concluye que el tiempo de autenticación y búsqueda de datos es de 2 segundos dentro de una red Wi-Fi y de 3 segundos en una red de datos móvil. Presenta un error de uno a dos metros en las coordenadas, cuando se realiza el proceso de ubicación de la persona y concuerda con sistemas comerciales similares. Se concluye que la red implementada se puede convertir en una herramienta de ayuda para el cuidado de personas con padecimiento de Alzheimer. Es recomendable realizar estudios que permita reducir el tamaño del dispositivo implementado e incorporar sensores para la medición de otras variables fisiológicas.

Palabras Clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA>, <RED DE SENSORES INALÁMBRICOS (WSN)>, <IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS>, <LOCALIZACIÓN DE PERSONAS>, <SUPERVISIÓN EN TIEMPO REAL>, <TRANSMISIÓN DE DATOS>

SUMMARY

For the present graduation work an implementation of a prototype of a wireless network was developed in order to identify, supervise and locate people who suffers from Alzheimer. The system permits to register and to store personal data in a database manager on the web (MySQL), the programming carried out on the website and in a native mobile application admis the access to the information through the user's authentication, to identify people; A unique emergency code recorded in labels of near field communication (NFC) is used. For the information process an Arduino board was implemented with the connection to a GPRS module for the transmission of data and a pulse sensor for the detection of the vital signs of the person. The system will provide through a mobile telephony network infrastructure GSM/GPRS in a wireless form and in real time information of the coordinates of the location of the person and cardiac pulse, in intervals of 3 minutes to be stored on the web. The information is shown in graphic form on a map and in a table of numerical values when accessing the website. From the tests carried out, it is concluded that the time of authentication and data searching is 2 seconds from a Wi-Fi network and 3 seconds from a mobile phone network. The work presents an error from one to two meters in the coordinates, when the location of the person is carried out and matches with similar commercial systems. It is concluded that the implemented network can become a help tool for the care of people with Alzheimer disease. It is recommended to carry out studies which will permit to reduce the size of the implemented device and incorporate sensors for the measurement of other physiological variables.

Key Words: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <TELECOMMUNICATIONS>, <ENGINEERING AND ELECTRONICS TECHNOLOGY>, <WIRELESS SENSORS NETWORK (WSN)>, <PEOPLE IDENTIFICATION>, <PEOPLE LOCATION>, < SURVEILLANCE IN REAL TIME>, <DATA TRANSMISSION>

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

El Alzheimer es una enfermedad costosa y requiere de cuidados a tiempo completo ya que se debe evitar que la persona que padece dicha enfermedad pueda ponerse a sí mismo en peligro al no poder ubicarse geográficamente. En los últimos años existe un incremento del número de personas que padecen esta enfermedad, afectando a un total de 44 millones de personas alrededor del mundo, con un mayor número de afectados en España con un total de 600.000 personas, se estima que podría llegar a afectar en el año 2050 a 1,5 millones de personas con 40.000 nuevos casos de alzhéimer cada año, según la Sociedad Española de Neurología (Parrilla, 2014).

Se encuentra entre las seis enfermedades, consideradas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), como un serio y creciente problema en el orden médico, económico, social y fundamentalmente humano en relación con la Salud Mental (Organización Mundial de la Salud, 2016). Es una enfermedad de desorden neurodegenerativo y es la causa más común de demencia senil en la población de la tercera edad, existen casos de personas con edades menores a 50 años e incluso a 40 años diagnosticados con Alzheimer. Esta enfermedad es caracterizada funcionalmente por un declive progresivo de las funciones cognitivas, pérdida de la memoria y cambios en la personalidad, afecta amplias zonas de la corteza cerebral que impide tener una organización motora acertada que pone en peligro la integridad y dificulta el reconocimiento del entorno de la persona quien padece dicha enfermedad (Fong Estrada et.al, 2013, pp. 9118-9123).

En el Ecuador aunque existe 100 mil personas que padecen esta enfermedad y se constituye como la cuarta causa de muerte a nivel nacional, no existen estudios aplicados sobre esta debido a la falta de información y apoyo gubernamental, pues se considerada una enfermedad que es normal en el adulto mayor. (Zalamea, 2012, p. 10).

Se encontraron datos según la Organización Mundial de la Salud (OMS), al 2015 existen en el mundo cerca de 47,5 millones de personas que padecen demencia y la enfermedad de Alzheimer que es la causa de demencia más común, acapara entre un 60% y un 70% de los casos. Según el neurólogo Eduardo Arízaga la demencia de Alzheimer es el deterioro progresivo de las funciones cognitivas sin afección de la conciencia; produce un trastorno de la memoria e incapacidad para resolver problemas de la vida diaria, pérdida de las destrezas sociales y de tareas motoras perceptuales.

Debido a la ajetreado estilo de vida, a inexistentes centros de cuidados de personas con Alzheimer y la falta de atención que recibe la enfermedad surgió la necesidad de supervisar y localizar a personas que padecen dicha enfermedad ya que los pacientes deben tomar medicina, por lo cual se debe saber la ubicación y las variables fisiológicas de la persona con Alzheimer en todo momento, logrando así mejorar la calidad de vida de los pacientes (Jabalera, 2016).

Con estos antecedentes, el presente trabajo de titulación busca implementar un prototipo de red inalámbrica para la identificación, supervisión y localización en tiempo real de personas con padecimiento de Alzheimer. El sistema suministrará datos personales, de contacto, vitales y de ubicación que permitirá desplegar información relevante, que garantice el bienestar de la persona que padece Alzheimer, la investigación busca como elemento adicional constituirse como una herramienta de soporte a las actividades de cuidados que realizan sus familiares o cuidadores.

Al trabajar con módulos y sensores inteligentes se requiere de un control que abarque estos sistemas electrónicos y que permita determinar el funcionamiento que requiere el dispositivo a desarrollar, el diseño se puede llegar a tal propósito con el uso de tarjetas de desarrollo debido a la compatibilidad que existe con estos elementos electrónicos. La unión de estas tecnologías hizo que sea viable el proyecto de desarrollar un dispositivo de identificación, supervisión y localización en tiempo real de una persona con Alzheimer, de tal forma que si la persona se llegase a perder sea rastreada a tiempo, evitando así accidentes o la muerte de la persona enferma. El proyecto se centra en la implementación del prototipo, con base en el proyecto del Plan Nacional del Buen Vivir en donde el eje programático: *derechos, libertades y capacidades para la construcción del Buen Vivir*, establece en el Objetivo 3: “Mejorar la calidad de vida de la población” y cumpliendo con el objetivo 10: “Impulsar la transformación de la matriz productiva”. (Rafael Correa Delgado, Ex Presidente Constitucional de la República del Ecuador, 2013) siendo así aplicativo en cualquier persona de la localidad y del país que necesite la ayuda que brindará el dispositivo.

Dada la necesidad el presente trabajo tiene como objetivo implementar un prototipo de red inalámbrica para la identificación, supervisión y localización en tiempo real de personas con padecimiento de Alzheimer. Se propuso para la investigación como objetivos específicos:

- Analizar las características y comportamiento de la enfermedad Alzheimer y sus efectos en la salud humana.

- Definir los requerimientos del sistema electrónico a desarrollar.
- Estudiar y seleccionar los elementos electrónicos, tarjetas de desarrollo y la tecnología de comunicación inalámbrica que mejor se adapta a los requerimientos del sistema electrónico.
- Permitir acceder a la información recolectada desde un dispositivo móvil.
- Realizar las pruebas respectivas de evaluación del dispositivo a desarrollar.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se investigó el comportamiento de la enfermedad Alzheimer y sus efectos en la salud humana, las características de redes de sensores inalámbricos, las tecnologías existentes para la comunicación entre nodos. Se especifica características de los elementos electrónicos, tarjetas de desarrollo y la tecnología de comunicación inalámbrica para el envío y recepción de datos.

1.1. El Alzheimer

Es una enfermedad neurológica que afecta al cerebro, fue descubierta por el alemán Alois Alzheimer. Aqueja a los pacientes y al entorno familiar, es considerada como una enfermedad social. Esta enfermedad es progresiva e irreversible, pues es la forma más común de demencia, disminuye la capacidad mental de las personas, afecta a la memoria, comportamiento y pensamiento de quien lo padece. Cuando la enfermedad está en un estado avanzado son totalmente dependientes pues se considera que son personas discapacitadas ya que necesitan ayuda constante de sus familiares o cuidadores (Zalamea, 2012).

Aún no se ha encontrado cura para la enfermedad de Alzheimer, pero con la importancia necesaria dada a la enfermedad se puede llegar a tener un balance entre cuidados del paciente, fármacos, terapia cognitiva y promoviendo la calidad del entorno afectado. (Zalamea, 2012, p.12)

1.1.1. *Comportamiento del enfermo de Alzheimer*

Entre los cambios de comportamiento más notorios se tiene:

Agresión.- Esta conducta la suelen tener sin razón alguna o por una situación frustrante que lleguen a sentir, va desde agresión verbal hasta física (empujar, pegar) (Alzheimer's Association, 2017).

Deambular.- Es un comportamiento común que las personas que padecen esta enfermedad deambulen o se pierdan, esto se da debido a que en su mente tienen un propósito al cual llegar, ir a cumplir una tarea de un trabajo que tuvieron anteriormente. Se vuelve peligroso para la persona

que padece esta enfermedad el caminar sin precaución alguna ya que pueden perderse y no poder retornar, terminar con lesiones e incluso llevarlos a la muerte (Alzheimer's Association, 2017).

Ansiedad y agitación.- Ocasiona que la persona con Alzheimer este inquieta y tenga la necesidad de caminar o moverse (Alzheimer's Association, 2017).

Confusión.- Un enfermo de Alzheimer olvida a las personas con las que ha vivido durante años, no puede reconocer lugares o cosas con las que está familiarizada (Alzheimer's Association, 2017).

Alucinaciones.- Debido al daño que produce en el cerebro la enfermedad de Alzheimer, la persona enferma puede tener alucinaciones, puede ver, oír, oler y probar que algo que no existe en la realidad (Alzheimer's Association, 2017).

1.1.2. *Efectos del Alzheimer en la persona que lo padece*

Según sea el grado de progreso de la enfermedad el cerebro se ve afectado, como se puede ver en la *Figura 1-1* la afección al cerebro se ve representada de color azul en las diferentes etapas:

Leve.- El enfermo mantiene aún su autonomía, cuando se trata de tareas complejas necesita de supervisión. Los síntomas más comunes en este primer estadio son: cambios en la personalidad, confusiones, pérdida de memoria, desorientación espacial, señales de pérdida de sus facultades mentales (Asociación Aspe contra el Alzheimer, 2017).

Moderado.- El enfermo empieza a depender de un cuidador para realizar las tareas cotidianas, debido a los síntomas de gravedad moderada. El paciente tiene su pasado vigente en su mente debido a que su memoria reciente está gravemente perjudicada, olvida en donde está y puede perderse en lugares familiares. Tiene problemas para la toma de decisiones y presenta dificultad al hablar (Asociación Aspe contra el Alzheimer, 2017).

Severo.- El enfermo es totalmente dependiente las 24 horas del día de un cuidador debido al estado avanzado de la enfermedad. Suelen presentar deambulación nocturna y disturbios del sueño, pérdida de control sobre su cuerpo, son susceptibles a enfermedades cardíacas debido a los problemas respiratorios (Asociación Aspe contra el Alzheimer, 2017).

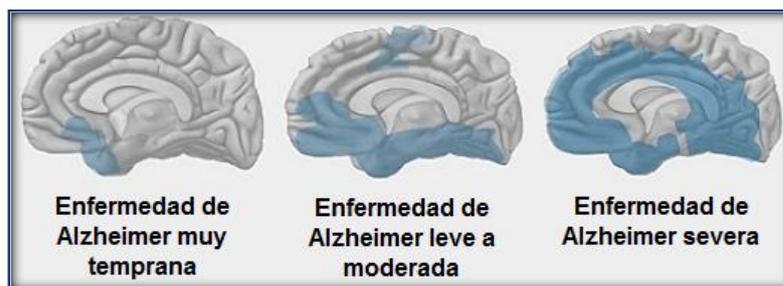


Figura 1-1: Progreso de la enfermedad de Alzheimer en el cerebro
Fuente: (Asociación Aspe contra el Alzheimer, 2017)

1.1.3. *Efectos de la enfermedad en el cuidador*

Según un estudio realizado en España, el tiempo de dedicación y cuidados que el enfermo de Alzheimer necesita es muy elevado, puesto que aproximadamente se necesita de $7,0 \pm 14,8$ horas diarias. Debido a las escasas formas de ayuda externa, para el cuidador del enfermo de Alzheimer la atención diaria prestada producirá un estrés emocional y físico (Badia Llach et.al., 2004, p. 174). En la *Figura 2-1* se muestra los efectos de la enfermedad de Alzheimer en el cuidador en la parte física, conductual, psicológica y social.

<p>FÍSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> Alteraciones cardiovasculares Alteraciones orgánicas Agotamiento Cefaleas Problemas de sueño 	<p>CONDUCTUAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Alteración conducta alimentaria Abuso de sustancias absentismo laboral Coducta violenta
<p>PSICOLÓGICA</p> <ul style="list-style-type: none"> Autovaloración negativa Apatía / Ansiedad Irritabilidad / Susplicacia Sentimiento de culpabilidad 	<p>SOCIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Aislamiento Relaciones interpersonales distantes Conflicto familiar Deterioro social y familiar

Figura 2-1: Efectos de la enfermedad de Alzheimer en el cuidador
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017

1.1.4. *Información estadística sobre personas con padecimiento de Alzheimer*

Según datos de SOS Desaparecidos (Asociación de ayuda y difusión de casos de Personas desaparecidas), en el mundo las personas que tienen Alzheimer, el 46% de las personas mayores que desaparecen mueren, el otro 46% son localizadas con vida y el otro 8% nunca se vuelve a

saber nada. “La mayoría fallece a los tres o cuatro días de su desaparición porque se han desorientado y mueren de frío, calor o deshidratación” (Jabalera, 2016).

En Ecuador según la página de la Asamblea Nacional de Ecuador más de 100 mil personas sufren de Alzheimer y otras demencias, Mónica Ordóñez presidenta de la fundación TASE (Trascender con Amor, Servicio y Excelencia) afirma que los métodos de cuidado de una persona con Alzheimer no son suficientes pide que el Estado la reconozca la enfermedad de interés prioritario. La fundación TASE calcula que la dependencia de un enfermo con Alzheimer afecta económica y emocionalmente a al menos siete miembros de la familia encargada del cuidado (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2014).

En la *Tabla 1-1* se muestra las principales enfermedades causantes de muerte en el Ecuador según el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), enfermedades relacionadas con la demencia y el Alzheimer son la cuarta causa de muerte en el país pues registraron 3.894 muertes en 2011 (INEC, 2011).

Tabla 1-1: Principales enfermedades causantes de muerte en el Ecuador

PRINCIPALES ENFERMEDADES CAUSANTES DE MUERTE EN EL ECUADOR		
Nº de orden	ENFERMEDADES	Año 2011
1.	Enfermedades hipertensivas y cerebrovasculares	8311
2.	Cáncer	6333
3.	Diabetes mellitus	4455
4.	Demencia y enfermedades por Alzheimer	3894
5.	Influenza y neumonía	3067

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017

Fuente: (INEC, 2011)

1.2. Red de Sensores Inalámbricos

Llamado WSN (*Wireless Sensor Network*, por sus siglas en inglés), es una red de pequeños dispositivos electrónicos que son de bajo costo, puede comunicarse con el mundo exterior debido a los sensores inalámbricos que son utilizados, pueden distribuir, procesar y recopilar información (Archilla Córdoba et.al, 2013, p. 5). El sistema consta de un elemento sensor, un microcontrolador, un radio tranceptor, una fuente de energía que suele ser una batería (Flores, 2012, p. 3). La arquitectura de elementos de una red de sensores inalámbricos está compuesta de Nodos Sensor, Gateway, Estación Base, como se muestra en la *Figura 3-1*.

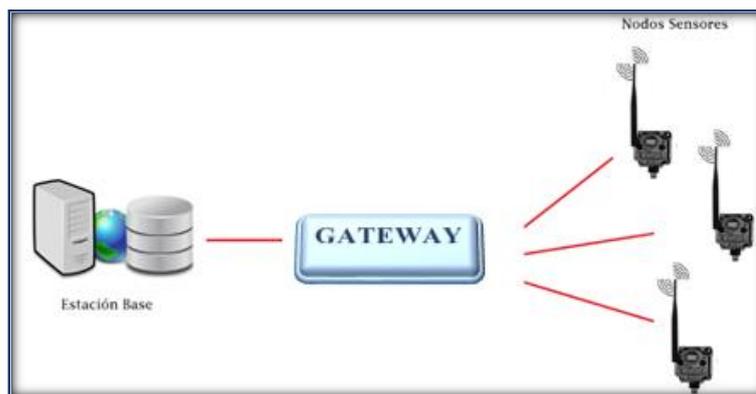


Figura 3-1: Arquitectura de una Red de Sensores Inalámbricos
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

1.2.1. *Nodos Sensores*

Llamados Motas, *en inglés 'Motes'*, por sus medidas reducidas, estos elementos electrónicos tienen la capacidad de obtener información del entorno que los rodea, procesarla y transmitirla inalámbricamente hacia un destino dado (Fernández Martínez et.al, 2009, p. 19).

Como se muestra en la *Figura 4-1*, la estructura de un nodo sensor está formada por un controlador que puede estar en varios modos (dormido, ocioso, dormido), una fuente o de alimentación que pueden ser baterías o paneles solares. Una memoria para almacenar datos y código del programa, un RX/TX (receptor/transmisor) de radio con antena para la comunicación y uno o más sensores (Archilla Córdoba et.al, 2013, p. 6).

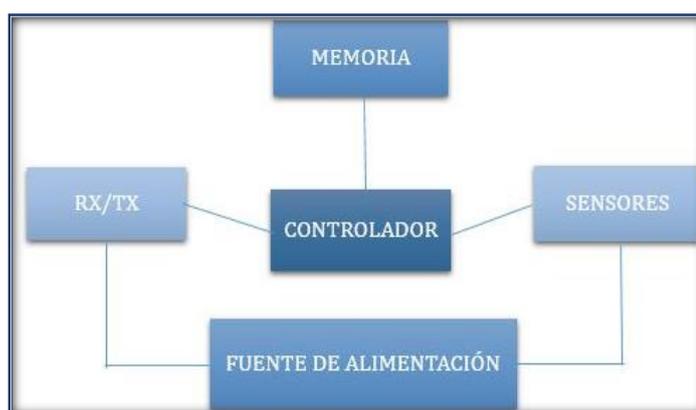


Figura 4-1: Arquitectura de un Nodo Sensor
Fuente: (Archilla Córdoba et.al, 2013, p. 6)
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

1.2.2. *Gateway*

Conocido como Pasarela o Puerta de enlace, es un nodo que en su arquitectura no contiene sensores, su función es interconectar la red de sensores y encaminar la información que recibe hacia la estación base (Flores, 2012, p. 6)..

1.2.3. *Estación Base*

Es el encargado de recopilar datos en un sistema, puede ser un computador personal (Flores, 2012, p. 6). Generalmente todos los datos obtenidos se envían a un servidor el mismo que está dentro de una base de datos, mediante el cual los usuarios tienen acceso remoto y pueden observar y analizar los datos obtenidos.

1.2.4. *Topología*

Los datos transmitidos y los componentes *Hardware* de la red tiene una configuración que depende de la aplicación que se vaya a dar a la red. En la *Figura 5-1* se muestra las topologías de redes inalámbricas:

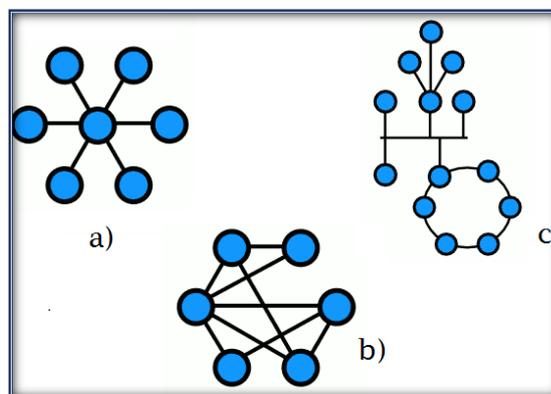


Figura 5-1: Topología de una Red Inalámbrica

a) Estrella b) Malla c) Híbrida

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Estrella.- Se caracteriza por tener un sistema en el que la información enviada da tan solo un salto y tienen comunicación directa todos los nodos sensores con la puerta de enlace (Gateway). Aunque presenta menor consumo de energía, esta topología está limitada por la distancia que presenta en la transmisión entre nodos que es normalmente a una distancia de 30 a 100 metros aproximadamente (Maroto Cantillo, 2010, p. 36). Como se puede ver en la *Figura 5-1 a* debido a su

estructura, la mayor desventaja que presenta es que no posee caminos alternativos, si uno de los nodos sensores sufre un daño la información enviada se perderá.

Malla.- Está topología se caracteriza en que todos los nodos tienen conexión y pueden enviar información entre ellos. Cada nodo tiene la capacidad de enviar y recibir la información de la puerta de enlace y de otro nodo (Maroto Cantillo, 2010, p. 37). Su mayor ventaja es la tolerancia al fallo, como se puede observar en la *Figura 5-1 b* cada nodo posee varios caminos de comunicación con la puerta de enlace.

Híbrida.- Es la combinación entre la topología de tipo Estrella y Malla, puesto que adopta las ventajas del reducido consumo de energía, la sencillez de una estructura en Estrella y la capacidad de tolerancia al fallo de la topología en malla (Maroto, 2010, p. 37). Debido a su estructura como se puede observar en la *Figura 5-1 c*, su funcionamiento se basa en la conexión de los nodos finales a los routers que están más cerca, produciendo que exista menos consumo de energía.

1.2.5. *Tecnologías para la transmisión inalámbrica de datos*

En una red de sensores inalámbricos los nodos se enlazan mediante ondas electromagnéticas puesto que su función se ejerce sin usar medios guiados. Las tecnologías inalámbricas que se muestran en la *Figura 6-1*, se clasifican según la distancia que recorre la señal. En primer lugar están las comunicaciones satelitales, segundo la telefonía celular como GSM y GRPS, tercero las tecnologías Wi-Fi y Wimax las cuales se basan en los protocolos de Zigbee o internet, cuarto los protocolos que unen dispositivos en una red PAM (de Área Personal) como lo es Bluetooth y en quinto lugar están las tecnologías que usan una antena TX (Transmisora) cercana como la tecnología NFC. Actualmente las tecnologías de transmisión inalámbricas comúnmente usadas son GSM, GRPS, RF, Bluetooth y WiFi (Fernández Martínez et.al, 2009, p. 28).

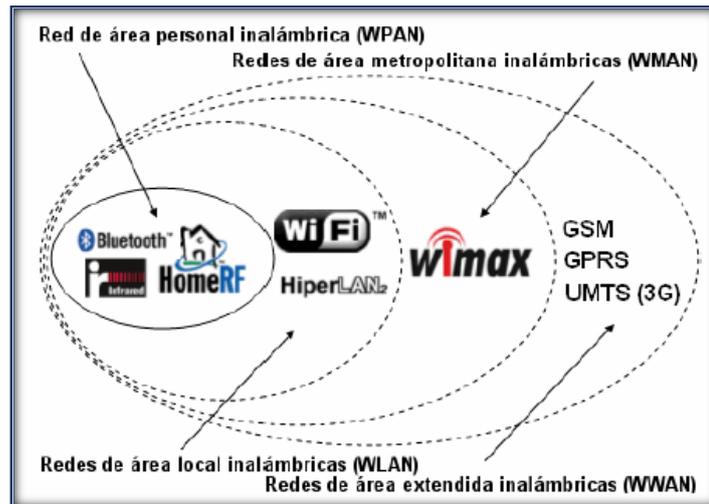


Figura 6-1: Tipos de tecnologías de Redes Inalámbricas
Fuente: (Cisneros B., 2015, p. 3)

RF (Radio Frecuencia).- Aplicable en varias áreas debido a su corto y medio alcance, su capacidad de atravesar obstáculos y su bajo consumo de energía, el rango de trabajo varía según la frecuencia de uso que va desde 433 MHz a 2,4 GHz (Maroto Cantillo, 2010, p. 58).

Bluetooth.- Basada en el Estándar IEE 802.15.1, es la tecnología más destacable en WPAN, ofrece una velocidad de 24 Mbps aunque su limitante sea su alcance un máximo de 30 metros (Maroto Cantillo, 2010, p. 58), haciéndola ideal para periféricos de pequeño tamaño.

WiFi.- Se basa en el estándar IEEE 802.11, esta tecnología de comunicación inalámbrica actualmente es una de las más utilizadas debido a su velocidad y alcance (100-150 metros), esto hace que sea perfecto para el alcanza a internet sin necesidad de cables. (Maroto Cantillo, 2010, p. 58).

GSM.- Este estándar permite la comunicación para telefonía móvil, tiene un rendimiento de 9,6 kbps, el cual permite que exista transmisión de voz y de datos digitales, permite el envío y la recepción de mensajes de texto, llamadas y mensajes multimedia (Cisneros B., 2015, p. 4).

GPRS.- Es la evolución del estándar GSM, permite la transferencia de datos mediante la red de internet y hace posible el manejo del protocolo IP, basa su funcionamiento en la conmutación de paquetes (Cisneros B., 2015, p. 4).

1.3. Sistemas de Identificación Automática

Para su funcionamiento es necesario dos componentes: un elemento con codificación y un elemento que tenga la capacidad de reconocerlo. En la *Figura 7-1*, se puede ver los tipos de tecnología de autoidentificación más usados y que están disponibles en el mercado. Se encuentran siempre en un desarrollo constante y en aumento su campo de aplicación, existe tecnologías de identificación de personas, animales y cosas, es común ver su uso en diferentes áreas como: acceso a información personal, zonas restringidas, computadoras, entre otros (Alvarado, 2008) . Al ser un sistema automático hace que su margen de error sea mínimo, incrementando así la confiabilidad y eficacia de quien lo usa.

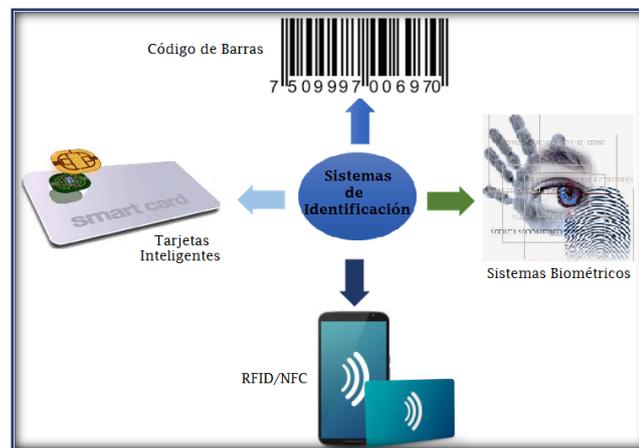


Figura 7-1: Sistemas de Auto-Identificación
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

1.3.1. Tarjetas Inteligentes

Con una apariencia similar a una tarjeta de crédito, en la *Figura 8-1* se puede ver que está compuesto por un chip y su cubierta suele ser de plástico, su tamaño está definido por el Estándar ISO 7816, puede ser usado en varios campos, para registrar y codificar información usa señales electromagnéticas (Alvarado, 2008, p. 8). Se caracteriza por ser de bajo costo, fácil manejo, de tamaño reducido y poco peso, para guardar información no es necesaria energía eléctrica. Tiene agilidad en el acceso a la información que guarda. La continua fricción que se ejerce al leer la tarjeta produce desgaste físico, no puede ser acercada a una fuerte fuente electromagnética esto podría causar modificación en la información contenida (Alvarado, 2008, p. 8).

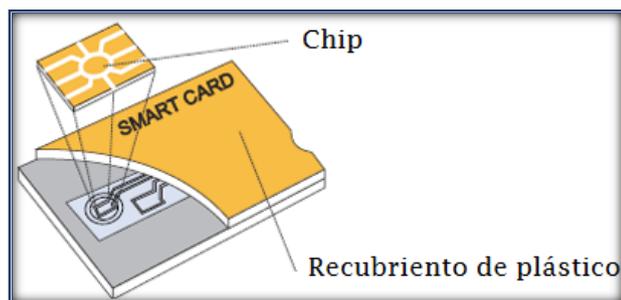


Figura 8-1: Arquitectura de las tarjetas inteligentes
 Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.
 Fuente: (Smartcard Systems S.A, 2017)

1.3.2. *Sistemas de Código de Barras*

Es uno de los sistemas ópticos de identificación automática más usados alrededor del mundo, es un modelo identificable debido a su estructura que está conformada por un conjunto de barras negras y espacios en blanco ubicados de forma paralela, esto con la finalidad de representar números y otros caracteres. El código de barras puede ser leído por equipos exclusivos de lectura óptica que basan su funcionamiento en las tecnologías ópticas: reflexión y refracción. (Monsó, 1994, p. 56). En la *Figura 9-1* se muestra los tipos de sistemas de códigos de barras comúnmente usados.



Figura 9-1: Tipos de Códigos de Barras
 a) Lineal b) Bidimensional
 Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

1.3.3. *Sistemas Biométricos*

Basa su funcionamiento en el reconocimiento y/o medición de atributos físicos, los cuales no permiten margen de error, se identifica tan solo a una parte del cuerpo de la persona no una tarjeta o credencial, debido a esto y por la complejidad del equipo su costo es elevado (Tolosa Borja et.al, 2008). Como se puede ver en la *Figura 10-1* los tipos de reconocimiento biométrico de más uso suelen ser, por huella dactilar, iris y facial.

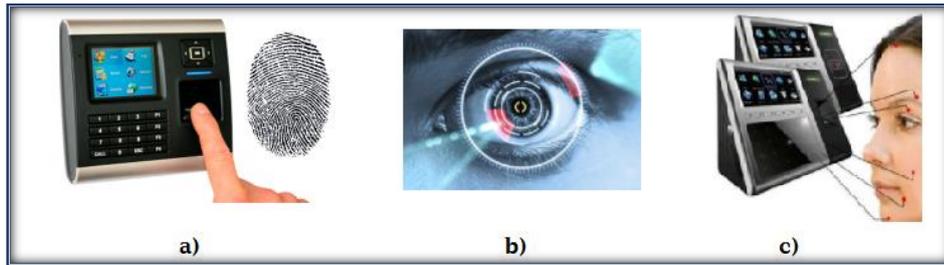


Figura 10-1: Tipos de sistemas biométricos: a) Huella Dactilar b) Iris c) Facial
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

1.3.3.1. *Sistemas de identificación por huella dactilar*

Una característica única y particular de cada ser humano es la huella dactilar, está compuesta por rugosidades denominadas crestas papilares que contienen glándulas sudoríparas que al contacto con una superficie, el dedo deja un residuo aceitoso el cual produce un “facsimilar o negativo” de la huella. Las particularidades de este tipo de sistema: no es invasivo y vulnerables puesto que la probabilidad de que exista dos personas con la misma huella digital es de 1 en 64.000, su desventaja es que las personas al usar las manos para realizar trabajos la huella dactilar puede sufrir cambios. (Tolosa Borja et.al, 2008, p.17).

1.3.3.2. *Sistemas de identificación por el Iris*

El iris en el ojo humano tiene más de 400 características, está compuesto con un número de puntos distintivos 6 veces más que el de una huella dactilar, tomando en cuenta tal particularidad es usado para identificar a personas, para el diseño de este tipo de sistemas se tiene presente que el iris es el mismo durante toda la vida. El ojo izquierdo y el derecho de una misma persona son totalmente diferentes, el reconocimiento de iris es 20 veces más confiable con diferencia a otro tipo de sistema biométrico (Tolosa Borja et.al, 2008, p. 21).

1.3.3.3. *Sistemas de identificación facial*

Su funcionamiento se da mediante la comparación de una imagen real del individuo con una guardada en una base de datos, el sistema precisa la alineación de la cara y compara cada característica del rostro identificado en ese momento logrando identificar automáticamente a una persona. Es un sistema vulnerable pues es susceptible a problemas con el contraste de luz y no detecta que una persona haya cambiado por una cirugía plástica, este sistema no podría detectar tal cambio (Tolosa Borja et.al, 2008, p. 22).

1.3.4. Sistemas NFC

Se deriva de la tecnología RFID, son sistemas de comunicación inalámbrica de corto alcance, actualmente los dispositivos móviles están adaptando en su arquitectura lectores NFC ya que fue creado con ese fin (Chavarría Chavarría , 2011, p. 25), esta tecnología puede ser adaptada en tarjetas, pulseras, llaveros, entre otros. En la *Figura 11-1* se muestra los usos que se le puede dar a NFC.

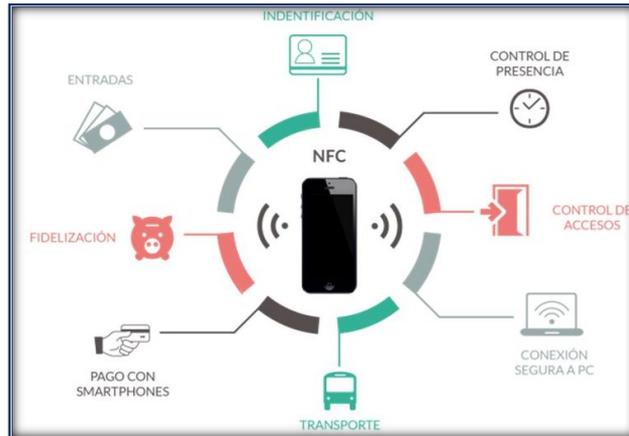


Figura 11-1: Usos de NFC
Fuente: (By., 2015)

1.3.4.1. Definición de sistemas NFC

NFC (*Near Field Communication*, por sus siglas en Inglés) esta tecnología se deriva de la norma ISO/IEC 14443, su funcionamiento es por proximidad y solo puede ser iniciado cuando existe el contacto entre emisor y receptor, existe dos tipos de modo de operación: activo y pasivo (Tapia et.al, 2007, p. 7). La representación del funcionamiento de un sistema NFC se puede ver la *Figura 12-1*.



Figura 12-1: Funcionamiento del sistema NFC
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Etiqueta NFC.- Está conformada como se puede ver en la *Figura 13-1* por dos elementos, una antena y un pequeño chip de memoria, este elemento puede ser independiente o puede estar incorporado en un teléfono móvil. La antena es la encargada de realizar la comunicación entre el lector y la etiqueta, la limitación de su distancia de funcionamiento es dada por su tamaño. Las etiquetas son de lectura/escritura. Su capacidad de almacenamiento puede ir desde los 32 a 2048 bits (Cacuango Guachalá et.al, 2015, p. 22).

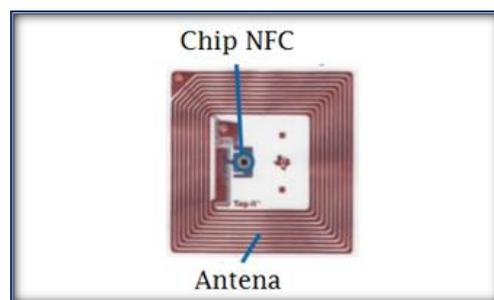


Figura 13-1: Arquitectura etiquetas NFC
Realizado por: Gusquí, Pamela, 2017.
Fuente: (Cacuango Guachalá et.al, 2015, p. 22)

Lector NFC.- Los componentes de los lectores son similares a los de las etiquetas NFC, está compuesto por NFC Contactless Front-End (NFC CLF), una antena RFID y controlador NFC para transferencias NFC, cuando se establece una comunicación se puede intercambiar pequeñas cantidades de información, como por ejemplo una dirección web, información de texto o un número telefónico y más aplicaciones (Cacuango Guachalá et.al, 2015, p. 25).

1.3.4.2. *Establecimiento de la Comunicación*

Para que exista comunicación se sigue una línea de operación la misma que consta de ciertos pasos a seguir: hallar dispositivos NFC, autenticación, negociación, transferencia de información y confirmación. NFC incluye en su protocolo de funcionamiento un procedimiento que sirve para una autenticación segura e implementando mecanismos anti-colisión, evitando así que se produzca una bifurcación del canal en donde se está estableciendo la conexión (Cacuango Guachalá et.al, 2015, p. 27).

1.3.4.3. *Compatibilidad con los diferentes sistemas operativos de móviles.*

En la *Tabla 2-1* se muestra las principales funcionalidades de NFC y su gran disponibilidad de aplicación en los diferentes sistemas operativos móviles.

Tabla 2-1: Funcionalidades de etiquetas NFC en sistemas operativos móviles.

	BlackBerry	Android	Windows Mobile	iOS (iPhone)
Leer etiquetas NFC	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible
Escribir etiquetas NFC	Disponible	Disponible	Disponible	No Disponible
Iniciar inmediatamente después de escanear	Disponible	Disponible	Disponible	No Disponible
Cambiar configuración después de escanear	Disponible	Disponible	Disponible	No Disponible

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Realizado el análisis expuesto en la *Tabla 2-1* se tiene que las principales características de la tecnología NFC han sido implementadas en los sistemas operativos de uso común como Blackberry, Android y Windows Mobile. En teléfonos móviles iPhone permite la lectura en teléfonos de gama alta.

1.3.5. Comparación entre los diferentes sistemas de identificación automática

Una vez realizado el análisis de forma individual de los sistemas de identificación, en la *Tabla 3-1* se muestra el comparativo de cada una las características más representativas de cada sistema.

Tabla 3-1: Comparación de características de los sistemas de identificación.

	Tarjetas Inteligentes	Código de Barras	Sistemas Biométricos	Tags NFC
Modificación de la información	Modificable	No Modificable	No Modificable	Modificable
Seguridad de los Datos	Alta	Mínima	Alta	Alta
Capacidad de Almacenamiento de Datos	Hasta 8MB	Lineales (8-30 caracteres)	No aplica	Varía según el modelo
Costo	Medio-Bajo	Bajo	Alto	Medio (menor de \$1 por tag)
Ciclo de Vida	Largo	Corto	Indefinido	Indefinido
Distancia de Lectura	Requiere contacto	Línea de vista (hasta 1.5m)	Depende del biométrico	No Requiere línea de vista ni contacto Hasta 10 cm
Interferencia Potencial	Bloqueo del contacto	Cualquier modificación en las barras y objetos entre el código y el lector	Puede ser bloqueo del contacto, o bloqueo de línea de vista e inclusive el ruido	Ambientes o campos que afecten la transmisión de radio frecuencia.

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Basándose en los análisis realizados en la *Tabla 2-1* y *Tabla 3-1*, se decidió emplear en el prototipo realizado tags NFC. Las principales ventajas que presentan las etiquetas de este tipo son: el reducido tamaño que usan, el ciclo de vida ilimitado que tienen, el bajo costo y adicional es una tecnología innovadora. Con diferencia a los otros sistemas analizados la compatibilidad que presenta con la mayoría de sistemas operativos móviles que existen en el mercado resulta de gran utilidad para el presente proyecto.

1.4. Sistemas de Localización

Facilitan determinar una posición geográfica en cualquier punto del globo terráqueo esto se debe al sistema mundial de coordenadas, obtienen una precisión absoluta hasta precisiones relativas. En la localización por satélite existen dos tipos de sistemas uno perteneciente a EEUU y otro a Rusia que son GLONASS y GPS respectivamente. Fueron creados para el servicio militar, actualmente estos sistemas son usados por personas civiles y según la necesidad se les da diferentes usos (Pozo, 2010, p.2).

Los sistemas GPS y GLONASS generan la posición de millares de usuarios por medio de señales que emiten los satélites, proporcionando elementos como: longitud, altitud, elevación y tiempo exacto. El cálculo exacto de las coordenadas son realizadas desde la tierra mediante receptores que poseen en su arquitectura relojes precisos (Pozo, 2010, p.2). Actualmente el sistema de localización más conocido y de más uso por civiles es GPS, debido a su sencillez de manejo y a la precisión de las mediciones.

1.4.1. Sistema GPS

Es un sistema de localización, diseñado para fines militares por el Departamento de defensa de los Estados Unidos con el fin de proporcionar una estimación precisa acerca de una posición deseada. GPS es un sistema basado en la constelación NAVSTAR (*NAVigation Systema with Time And Ranging, por sus siglas en Inglés*), está compuesta por 24 satélites activos en órbita y cuatro satélites de reserva que rodean a la Tierra que envían señales de radio a su superficie (Letham, 2001, p. 5). Su función principal es determinar por triangulación latitud, longitud y altitud de cualquier elemento, dispositivo o persona que se encuentre en la superficie terrestre.

1.4.2. Características del sistema GPS

En la *Tabla 4-1* se presenta las características más representativas del sistema de posicionamiento global, las que servirán para determinar si el sistema GPS es válido para el presente trabajo.

Tabla 4-1: Características del sistema GPS

GPS	
Satélites en órbita	24
Planos orbitales	6 de 4 satélites cada uno
Acceso al sistema	Es de fácil acceso a civiles
Costo	Accesible
Compatibilidad	Compatible con módulos como GPRS y con tarjetas de desarrollo
Metros de precisión	2.5 a 3 mts. (95% del tiempo)
Alcance de cobertura	Cobertura Mundial
Sistema a cargo	Departamento de Defensa de EEUU.

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Una vez mostradas las características del sistema GPS en la *Tabla 4-1*, se obtuvo que el sistema es el idóneo para la implementación del prototipo, debido a su alcance de cobertura, de fácil acceso a información, módulos y por el considerable rango de error que presenta en la precisión de la ubicación que genera, cumpliendo así con las necesidades del sistema a implementar.

1.5. Signos Vitales

Para saber el estado de salud de una persona es de suma importancia analizar los signos vitales teniendo en cuenta la fisonomía y el lugar del cuerpo humano que se podrá someter a un estudio, los signos vitales varían según la edad, peso, sexo, cantidad de ejercicio que se realice, entre otras características a estudiar. Los signos vitales a ser medidos de forma rutinaria o durante una emergencia suelen ser la temperatura, presión arterial y frecuencia cardíaca, el resultado que de su medición pueden indicar o anunciar probables patologías de la persona que se sometió al análisis en el momento del estudio o en un periodo cercano, los signos vitales pueden ser monitorizados o medidos en hospital, instituto médico o en la casa del paciente.

Según el análisis realizado a las características, comportamiento y efectos en la salud humana ocasionados por la enfermedad de Alzheimer y por recomendación médica, se determinó que la variable fisiológica a estudiar sería la frecuencia cardíaca.

1.5.1. *Frecuencia Cardíaca*

Denominado Pulso Cardíaco, es uno de los sistema de medición de signos vitales de más uso por su sencilla forma de medir y por la exactitud de los datos que ofrece. Se define a la frecuencia cardíaca como las veces que por minuto el corazón se contrae o late (LPM). Cuando se mide el pulso también se puede medir el ritmo cardíaco y la fuerza del pulso (Smeltzer et.al, 2007).

El pulso de un adulto en un rango normal puede oscilar por minuto entre 60 y 100 latidos. La frecuencia cardíaca puede ser alterada por diferentes causas como: enfermedad del paciente, alteraciones por procesos patológicos, edad, sexo, talla y la actividad física o emocional, una característica propia del ser humano es la disminución del pulso a medida que se va envejeciendo (Smeltzer et.al, 2007). Los problemas cardíacos por alteraciones del pulso en valores normales son:

Taquicardia.- Este cuadro se da cuando una persona presenta una aceleración del pulso por encima de 100 LPM (Smeltzer et.al, 2007)., la sintomatología que podría presentar es: pérdida del conocimiento, mareos, falta de aire, cansancio extremo.

Bradycardia.- Se presenta cuando una persona tiene un pulso por debajo de 60 LPM (Smeltzer et.al, 2007)., puede causar que la persona presente síntomas como: vértigo, mareos, dificultades respiratorias, debilidad súbita. Para medir el pulso de una persona, existen zonas ideales las que se muestran en la *Figura 14-1*.

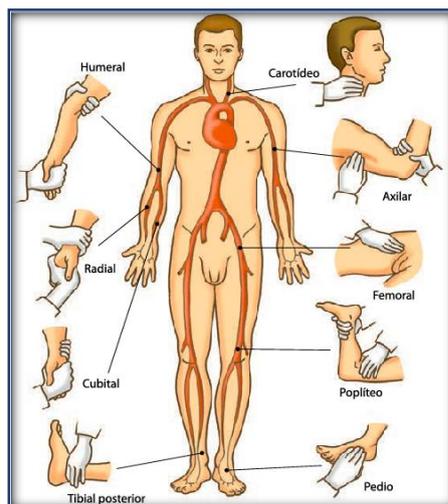


Figura 14-1: Zonas para la toma de pulso
Fuente: (MediaWiki, 2016)

Se escogió el método de medición de Pulso Cardíaco, debido a que presenta mayores ventajas en relación a otros tipos de medición como: prevenir problemas cardiacos, amplias zonas de medición en el cuerpo, confiabilidad y fácil interpretación de datos, haciendo que sea apta la implementación en el presente prototipo.

1.6. Tarjetas de desarrollo

Conocidas como placas electrónicas, desde su aparición son de gran utilidad y hacen más sencilla la creación de aplicaciones, implementaciones o desarrollo de prototipos brindándole así a la sociedad la capacidad de crear o recrear todo tipo de ideas, se creó con la finalidad de que sea de uso de fabricantes, educadores, innovadores y estudiantes, en la actualidad se puede encontrar en el mercado una gran diversidad de dispositivos que son compatibles con sensores, módulos y una infinidad de dispositivos electrónicos. Actualmente las tarjetas de desarrollo más destacables son:

1.6.1. Galileo

Intel una vez que ingreso al campo del IoT creó esta placa que es considerada como un micro controlador, funciona bajo el sistema operativo de Linux (Faure et.al, 2016, p. 382). Su programación puede ser hecha desde diferentes con sistemas operativos como lo son, Linux, Windows, Mac Os, Microsoft Windows, en la *Figura 16-1* se muestra una placa Intel Galileo.

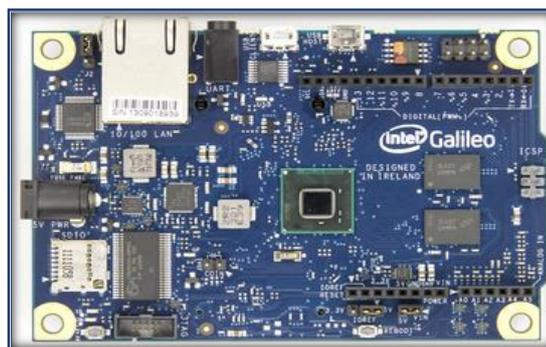


Figura 15-1:Placa Intel Galileo
Fuente: (Arduino, 2017).

1.6.2. Raspberry Pi 2

Es similar a una placa de computador SBC pero de bajo costo, es considerado como una pequeña computadora, fue creado con el fin de fomentar la enseñanza de la programación y computación

está compuesto por un micro procesador ARM incluso las placas más actuales poseen hasta 4 puertos USB para poder conectar mouse, teclado etc., los sistemas operativos compatibles con esta placa son Rapsbia, Pidora, RaspBMC, Arch Linux y también Windows 10 (Aranda, 2014, p. 148), en la *Figura 17-1* se muestra el aspecto físico de un tipo de placa Rapsberry.



Figura 16-1: Placa Raspberry Pi 2 Model B
Fuente: (Raspberry Pi Foundation, 2012)

1.6.3. *Arduino*

Esta tarjeta nació con el fin de ser una herramienta sencilla, moderna, barata y simple, su principal característica es tener una plataforma de *hardware* de código abierto. Arduino tiene un *software* amigable, requiere un nivel mínimo de conocimientos en programación, es similar a C/C++, es compatible con Windows, Linux y Mac OS, el circuito interno está compuesto por un microcontralor ATMEL (Aranda, 2014, p. 65), tiene entradas/salidas analógicas y digitales. Compatibilidad con los distintos dispositivos existentes en el mercado como actuadores, sensores, módulos de comunicación y motores entre otros. En la *Figura 17-1* se puede ver como es un modelo de placa Arduino Mega.



Figura 17-1: Placa Arduino Mega
Fuente: (Aranda, 2014, p. 64)

1.6.4. Comparación entre tarjetas de desarrollo

Realizado el análisis de cada placa y conociendo sus características, en la *Tabla 5-1*, se realiza una comparativa entre las tarjetas de desarrollo con el fin de seleccionar la que mejor se adapte al proyecto.

Tabla 5-1: Comparativa entre tarjetas de desarrollo

	Interl Galileo	Raspberry Pi	Arduino
Memoria RAM	512 KB	1 GB	2 KB
Memoria Flash	8 MB	-	32 KB
Entorno de desarrollo	IDE Arduino	Windows, Linux, Eclipse, IDLE, QEMU	IDE Arduino
Procesador	SoC Quark X1000	Broadcom BCM2836 ARM Cortex-A7	ATMega
Puerto USB	2	4	1
Voltaje de Operación	3..3V / 5V	3..3V / 5V	5V
Voltaje de Entrada	5V	5V	7-12V
E/S Digitales	14	8	14
E/S Analógicas	6	-	6
Precio	\$90	\$60	\$35

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Se eligió la tarjeta de desarrollo de Arduino por su popularidad en el mercado, la amplia información que existe acerca de esta plataforma, de bajo costo, posee entorno amigable en comparación con las otras placas analizadas, de bajo consumo de energía y de amplia memoria. Ventajas que lo hacen ideal para el proyecto.

1.7. Sistemas comerciales de identificación, supervisión y localización

Debido a la evolución continua de la tecnología es necesaria su implementación para simplificar ciertas actividades y la calidad de vida de las personas, en la actualidad existen equipos que ofrecen ubicación, identificación o supervisión de pulso de las personas, cada característica mostrada en equipos distintos. Según la investigación realizada se desconoce equipos que unan

todas las características planteadas en el prototipo, sin embargo lo ofrece de forma individual ciertas empresas detalladas a continuación.

Localización.- Entre los dispositivos portátiles como relojes, pulsera, collares que rastrean a personas y animales, los más destacables son los fabricados por la empresa Incutex, son de alto costo y no permiten visualizar la ubicación de la persona ya que estos datos son enviados por mensaje de texto, uno de los ejemplares distribuidos por esta empresa se muestran en la *Figura 19-1 a*.

Pulso cardíaco.- Estos dispositivos en su mayoría son orientados al ejercicio físico, se encuentra en pulseras y relojes. Entre los dispositivos existentes están los desarrollados por la empresa endubro, un modelo es mostrado en la *Figura 19-1 b*, el cual muestra en una pantalla el pulso, seguimiento de calorías y pasos dados, proporcionando así un enfoque distinto a lo que necesitan las personas con Alzheimer.

Identificación.- Entre los dispositivos creados para esta función, el destacable es un proyecto desarrollado por AFABUR(Asociación de Familiares de Enfermos de Alzhéimer) de España. En la *Figura 19-1 c*, se muestra como es la chapa que en su parte frontal tiene un código QR impreso y puede ser leído por un smartphone con acceso a internet, no se tiene datos de que sean comercializados en el país.



Figura 18-1: Dispositivos de localización, monitoreo e identificación.

Fuente: (Gusqui, Pamela, 2017.)

1.7.1. *Trabajos realizados en Riobamba sobre el tema propuesto*

A pesar de ser un tema de gran relevancia y que podría representar una ayuda a las personas que padecen Alzheimer, no se ha encontrado información sobre estudios y dispositivos diseñados para esta función. Los trabajos realizados en la ciudad son orientados a localización de automóviles

como la propuesta realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo como tesis de grado, la cual obtiene por medio de una aplicación móvil, los datos característicos del automotor, supervisar y alertar al usuario de cambios en el ambiente interno del automotor como: Monóxido de carbono (CO), temperatura y alcohol, identifica el automóvil según los 4 últimos dígitos de la placa y da la posición mediante un mensaje de texto con la latitud y longitud (García & Leon, 2017).

Del estudio se determina que son escasas las investigaciones sobre el tema y difieren de lo propuesto en presente trabajo, que busca desarrollar una red inalámbrica como herramienta de ayuda que identifique, supervise y localice personas con padecimiento de Alzheimer. Simplificando el acceso a la información mediante una página web y una aplicación móvil.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describirá y analizará el trasfondo del proyecto planteado, por medio de procedimientos específicos que abarca técnicas de observación, recolección de datos y soluciones a problemas. Adicional, se presentará la concepción general del sistema, se hará un análisis de los requerimientos de *hardware* y *software* necesarios para la implementación.

2.1. Metodología de la investigación

Para el desarrollo del presente trabajo fue necesario establecer los requerimientos necesarios para llevarlo a cabo. Se realizó un estudio mediante la aplicación de métodos y técnicas de investigación que a continuación son detallados.

2.1.1. *Tipo de investigación*

La presente investigación se establece como una propuesta tecnológica, se necesitó de un estudio mediante la aplicación de métodos y técnicas de investigación de tipo básica/aplicativa. Se eligió ese tipo de investigación ya que centra su idea en aplicar y utilizar los conocimientos adquiridos durante la investigación sobre el problema establecido, siguiendo así una investigación básica. Con el uso de la investigación aplicada se buscó mejorar el bienestar de las personas con Alzheimer y así poder determinar el *hardware* y *software* necesario para la implementación del prototipo.

2.1.2. *Método de investigación*

Se decidió emplear para el presente trabajo la combinación de los métodos teóricos y empíricos, los cuales son:

2.1.2.1. *Métodos teóricos*

Revisión de documentación.- Esto con el fin de tener información que se relacione con la enfermedad de Alzheimer y dispositivos que ayuden al bienestar de cuidadores y pacientes, información sobre los avances tecnológicos que existen en la electrónica y en especial en el campo de tarjetas de desarrollo, sensores, módulos para la transmisión y recepción de datos y etiquetas para almacenamiento de datos.

Sistematización.- Para poder aplicar la información recolectada al diseño del sistema de identificación, localización y supervisión de personas con Alzheimer.

Análisis y síntesis.- Para evaluar los resultados obtenidos y dar conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado.

2.1.2.2. *Métodos empíricos*

Experimentación.- Necesario para poder realizar la simulación y comprobación de cada uno de los bloques que integran el sistema.

Observación.- Servirá para validar el sistema diseñado e implementado.

Al analizar cada método se sigue la serie de pasos los cuales son:

- a. Estudio y análisis de la enfermedad de Alzheimer y su efecto tanto en el paciente como en el cuidador.
- b. Descripción de los distintos tipos de transmisión de la información.
- c. Seleccionar el tipo de sistema de identificación, localización y supervisión que más se adapte a la situación del paciente con Alzheimer.
- d. Comparar las tarjetas de desarrollo existentes y elegir la que mejor se adapte al sistema.
- e. Diseño e implementación del *hardware* y *software*.
- f. Realización de pruebas y chequeo del sistema.
- g. Valoración de resultados, conclusiones y recomendaciones.

2.1.3. *Técnicas de investigación*

Con la finalidad de compilar la información que será necesaria para la implementación del prototipo para personas con Alzheimer, se usará las siguientes técnicas de investigación:

- **Documental:** Recopilación de información como investigaciones, libros, publicaciones, estudios similares realizados, los cuales son necesarios para poder definir parámetros, elegir los dispositivos que se deben adaptar al sistema para la implementación, los mismos que deben ser adecuados para las necesidades de las personas con Alzheimer y para sus cuidadores.
- **De campo:** Una vez seleccionado los elementos que forman parte del dispositivo, es necesario verificar que la identificación, coordenadas y pulso cardíaco pertenece a la persona que lleva el prototipo, controlando que el almacenamiento de datos sea el correcto .

2.2. Implementación; Hardware y Software del prototipo

A continuación se muestra la concepción general del sistema de identificación, localización y supervisión de personas con Alzheimer, se mostrará la descripción de cada uno de los requerimientos del *hardware* y *software* que fueron necesarios para la implementación del prototipo. El proyecto propone ser una herramienta de ayuda a personas con enfermedad de Alzheimer y sus cuidadores, en el caso de que se requiera identificar su ubicación en tiempo real. Medir sus pulsos cardíacos, para determinar la necesidad de requerir ayuda médica. El sistema facilita de ser el caso que la policía se comuniquen directamente con un familiar al generar un código único con el cual de forma adicional puede tener acceso a datos personales.

2.2.1. Concepción general del sistema

En la *Figura 1-2* se muestra el sistema constituido por tres nodos: el *nodo lector* se compone por un móvil con lector NFC y una aplicación móvil para acceder a información personal, permite realizar una llamada al contacto de emergencia, el *nodo recolector* está formado por el prototipo el cual recibe los datos del GPS y del sensor de pulso, los datos obtenidos serán visibles en el *nodo de almacenamiento* conformado por la página web que mediante el internet permite ingresar, modificar, actualizar y visualizar los datos que mediante una conexión inalámbrica envía el dispositivo.

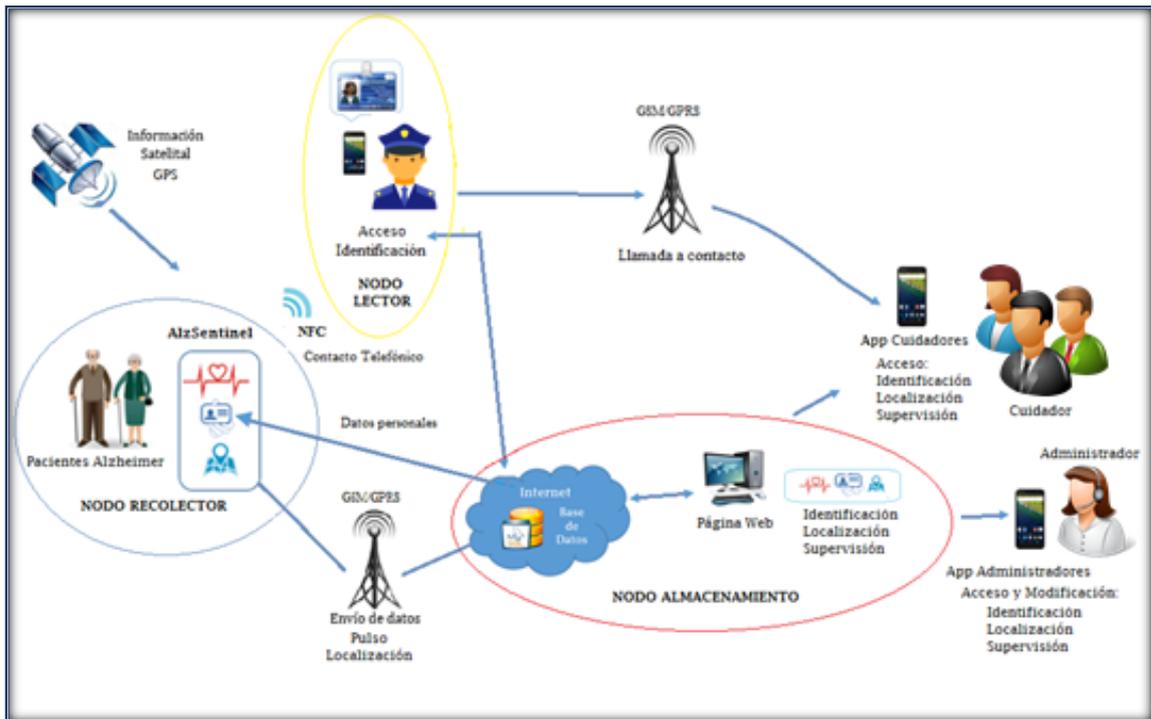


Figura 1-2: Concepción general del sistema
 Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

2.2.2. *Requerimientos Hardware para el sistema*

En el mercado existe innumerables modelos de dispositivos con los cuales se pueden implementar el presente proyecto electrónico, que requiere la conexión de diferentes tecnologías como sensores, módulos de comunicación entre otros y así lograr los objetivos planteados, para lo cual es necesario:

- Implementar un prototipo de uso sencillo con materiales de fácil adquisición y de pequeño tamaño.
- Utilizar elementos electrónicos de pequeño tamaño para la implementación del prototipo.
- Permitir la supervisión de la persona con padecimiento de Alzheimer mediante comunicación inalámbrica.
- Suministrar un contacto de emergencia. Permitir el acceso a datos personales del paciente.
- Proveer información en tiempo real de localización y pulso cardíaco.

2.2.2.1. *Diseño de la Arquitectura del prototipo*

La arquitectura que se plantea para el prototipo AlzSentinel, se lo da a conocer en *Figura 2-2*, se representa con un diagrama de bloques conformado por: el *bloque de codificación* que

conjuntamente con la aplicación diseñada se encarga de contactar con un contacto de emergencia y con el mismo código suministrado permite acceder a los datos personales del enfermo de Alzheimer, el *bloque de obtención de datos* encargado de recolectar información del sensor de pulso y el modulo GPS, la información es enviada inalámbricamente al internet mediante el *bloque de transmisión de datos* que consta de un módulo GPRS. El *bloque de alimentación* está constituido por una batería y terminales de carga que permiten que el dispositivo electrónico funcione y el *bloque de procesamiento* se compone por un Arduino Micro que se encarga de que exista conexión entre los demás bloques.

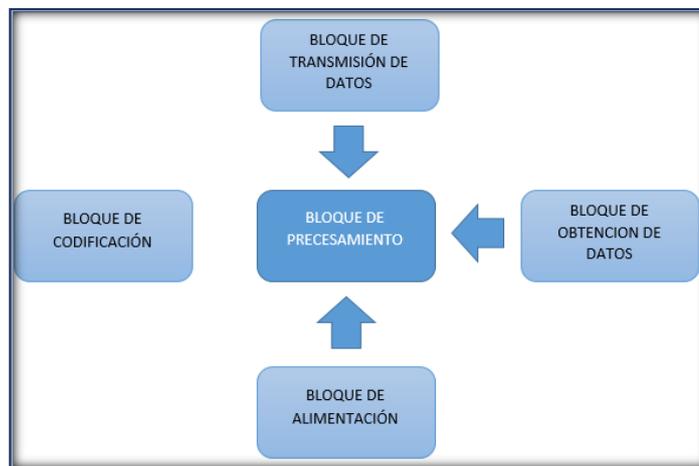


Figura 2-2: Diagrama de bloques del prototipo implementado
Realizado por: Gusquí, Pamela, 2017.

2.2.2.1. Descripción de los dispositivos usados en el prototipo

Arduino.- Posee una amplia gama de modelos y características propias de cada tipo que según el requerimiento del usuario puede elegir, en la *Tabla 1-2* se puede ver la comparación entre los modelos más destacables.

Tabla 1-2: Comparación de modelos Arduino

	MEGA 2560	UNO	NANO	MICRO
Modelo				
Memoria	256 KB	32 KB	16.32 KB	32 KB
Alimentación	7 - 12VDC	7 - 12VDC	7 - 12VDC	5 - 12VDC
Dimensiones	101.50 x 53.3 mm	68.6 x 53.4 mm	45 x 18 mm	48 x 18 mm
Microcontrolador	ATmega2560	ATmega 328 P	ATMega 168 o ATMega 328	ATmega32U4
Conectores y botones	Botón Reset, Conector USB, Power Jack, ICSP	Botón Reset, Conector USB, Power Jack, ICSP	Botón Reset, Conector mini USB	Botón Reset, Conector USB, ICSP
Terminales Digitales	54	14	14	20
Terminales Analógicas	16	6	8	12
Terminales PWM	15	6	6	7

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

En función al análisis realizado en la *Tabla 1-2* de las principales características de los modelos de la placa Arduino, se eligió el modelo Arduino Micro por la disponibilidad de terminales tanto analógicos y digitales, por sus pequeñas dimensiones y por el bajo consumo energético, cubriendo así las necesidades del proyecto.

Arduino Micro.- Es una de las placas más pequeñas de la gama de Arduino, es sencilla de integrar en cualquier proyecto por la disponibilidad de terminales digitales y analógicos, posee un microcontrolador ATMega 32U4, tiene una memoria de 32 KB, permite ser colocada en una protoboard por la estructura de sus terminales, la alimentación a este Arduino puede ser por una batería externa o por su USB con un voltaje de 5 a 12 V y el consumo de corriente es de 40 mA (Arduino, 2017), en la *Figura 3-2* se muestra el aspecto físico de la placa.

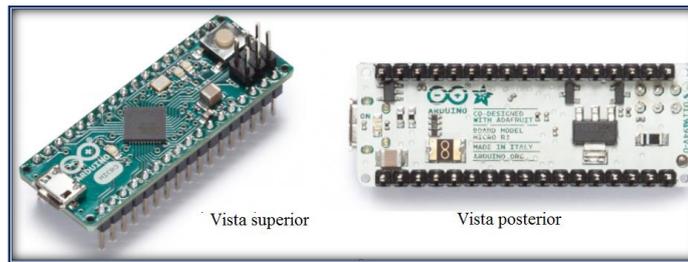


Figura 3-2: Aspecto físico del Arduino Micro
Fuente: (Arduino, 2017)

Shield GSM/GPRS SIM 900.- Soporta los principales protocolos de transmisión de datos, la posibilidad de recibir y realizar llamadas, enviar y procesar mensajes de texto, transmisión de datos, rastreo GPS y tiene disponibilidad de terminales que son compatibles con todas las plataformas de *hardware* libre. En la *Figura 4-2* se muestra su aspecto físico en el que se puede diferenciar en la parte trasera una ranura para una tarjeta SIM esto permite que se pueda conectar a la red de telefonía móvil y a internet mediante un plan de datos de una operadora, todas estas aplicaciones pueden llevarse a cabo inalámbricamente.

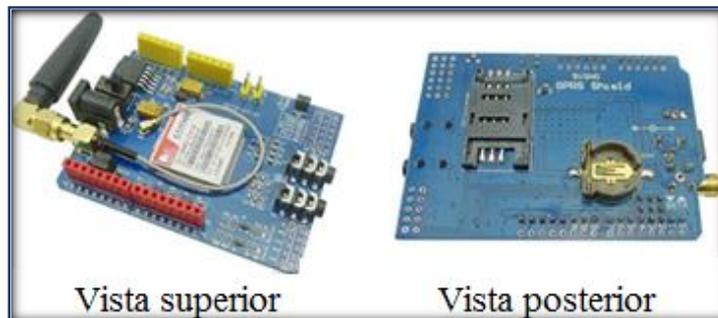


Figura 4-2: Aspecto físico GSM/GPRS SIM 900
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017

El control mediante comandos AT son ordenes que se programan para que la Shield GSM/GPRS cumpla con funciones, para establecer una acción es necesario al desarrollar el programa de configuraciones ingresar comandos que al recibir un mensaje de confirmación en la interfaz del puerto serial del IDE Arduino pueda divisarse (Alulema Quitaquis, 2010). Los comandos AT se inician desde que el Arduino y la Shield están conectadas por terminales debidamente configurados, en la *Tabla 2-2* se muestra los comandos AT más usados que permiten la conexión a internet de la Shield.

Tabla 2-2: Comandos AT para la Shield GSM/GPRS

COMANDOS AT PARA LA CONEXIÓN A INTERNET	
COMANDOS AT	FUNCIÓN
AT	Comprobar si el dispositivo acepta comandos AT.
AT+CCALR?	Consulta si está activo el servicio de llamadas, debe estar en 1.
AT+CIPSHUT	Cierra la sesión GPRS, Shut OK significa que se ha desconectado
AT+CPIN?	Estado del PIN de la tarjeta SIM, en estado Ready está listo para su uso.
AT+CGATT=1	Conecta a la red GPRS.
AT+CGATT=0	Desconexión GPRS para liberar recursos utilizados
AT+CREG?	Estado de registro y acceso a la red GPRS
AT+CSST?	Consulta de APN de la operadora en uso, si sale CMNET indica que no se ha registrado una APN.

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017

Fuente: (SIM Com, 2010)

Principales características de la Shield GSM/GPRS SIM 900 son mostradas en la *Tabla 3-2*:

Tabla 3-2: Características de Shield GSM/GPRS

Shield GSM/GPRS	
Voltaje de Entrada	5V – 12 V
Corriente	70 mA
Banda de funcionamiento	Cuatribanda GSM de 850, 900, 1800, 1900 MHz
Configuración	Mediante comandos AT
Dimensiones	(8.4 x 5.5 x 2 cm)
Temperatura de funcionamiento	-20 ° C a 55° C

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017

Fuente: (SIMCom, 2010)

Actualmente en el Ecuador el servicio de cobertura SMA (Servicio Móvil Avanzado) es de 96.98% en la zona urbana y del 88.63% de la población rural, dejando tan solo al 0.12% y 11.37% de la población urbana y rural respectivamente sin cubrir. (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información , 2016 pág. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec>). Con estos datos se puede garantizar el cubrimiento de población para el acceso a los datos móviles y poder tener información del dispositivo móvil en la red.

Ublox NEO-6M GPS.- Módulo disponible para la plataforma Arduino y microcontroladores, tiene una antena de cerámica incorporada por lo que no necesita más accesorios. El módulo y las terminales de recepción (RX), transmisión (TX), voltaje VCC y conexión a tierra (GND) pueden ser visibles en la *Figura 5-2*.

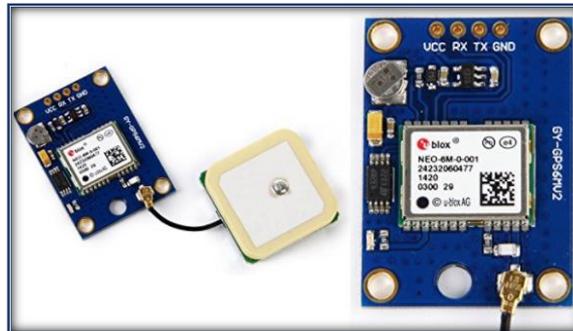


Figura 5-2: Módulo Ublox Neo-6M GPS
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

En la *Tabla 4-2* son mostradas las principales características de Ublox NEO-6M GPS:

Tabla 4-2: Características de Ublox NEO-6M GPS

Ublox NEO-6M GPS	
Voltaje de Entrada	3 V – 5V
Corriente	70 mA
Probabilidad de error circular	2.0 a 2.5 m
Voltaje de terminales	3.3 V
Configuración	Compatible con librerías Arduino
Dimensiones de la Antena	2.5 x 2.5 x 0.5 cm
Temperatura de funcionamiento	-40 ° C a 85° C

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017
Fuente: (u-blox, 2017)

Sensor de Pulso.- Mide el ritmo cardíaco de las personas, puede ser incorporado fácilmente en un proyecto, es compatible con la plataforma Arduino. Constituido internamente por un LED emisor y un sensor receptor de intensidad que funciona con la cantidad de luz reflejada por el dedo cuando existe paso de corriente sanguínea, esto define la información del sensor, se compone por un filtro para ruido y cable de conexión. Los datos pueden visualizarse gráficamente o

numéricamente. En la *Figura 6-2* se muestra el sensor de pulso, por la parte trasera es posible identificar cada terminal que corresponde al voltaje (+), GND (-) y el terminal analógico (S).

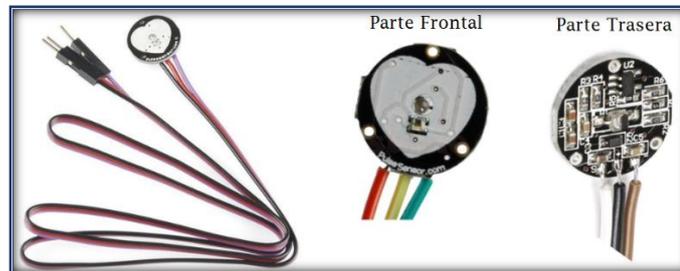


Figura 6-2: Sensor de Pulso del Ritmo Cardíaco
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Se muestra en la *Tabla 5-2* las principales características del sensor de Pulso:

Tabla 5-2: Características de Sensor de Pulso

Sensor de Pulso	
Voltaje de Entrada	3.3 V – 5V
Corriente	4 mA
Circuito de cancelación de ruido	Integrado
Circuito amplificador de señal	Integrado
Configuración	Compatible con las librerías de Arduino
Dimensiones	1.5 cm de Diámetro
Terminales	1 Analógica, GND, VCC

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017
Fuente: (Pulse Sensor, 2017)

Etiquetas NFC NXP Semiconductor.- Su mayor ventaja es la velocidad de comunicación y transmisión casi instantánea de datos entre los dispositivos que tengan esta tecnología y las etiquetas. Permiten el almacenamiento reducido de datos y su lectura es de corto alcance, no necesita tener procesos como emparejar los dispositivos, solicitud de pines o contraseñas, su escritura puede ser guardada definitivamente o puede dejarse abierta esta opción para modificar, son de tamaño pequeño, lo que lo hace ideal para adaptarlo en cualquier lugar.



Figura 7-1: Etiquetas NFC NXP Semiconductor
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Las principales características de las etiquetas NFC son mostradas en la *Tabla 6-2*:

Tabla 6-2: Características de NFC NXP Semiconductor

NFC NXP Semiconductor	
Color	Transparente
Memoria	144 bytes
Escritura	Disponibile
Lectura	Disponibile
Bloqueo	Disponibile
Usos	Autenticación, solicitud de llamada, sms, conexión a tecnologías
Compatibilidad	Smartphone y Tables con NFC

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017

Fuente: (NXP , 2017)

2.2.2.2. *Esquemas de conexión del Nodo Recolector.*

Para el correcto funcionamiento del dispositivo se realizaron las conexiones estratégicamente escogiendo cada pin según su funcionamiento. El equipo que realiza el procesamiento es el Arduino Micro y sus terminales están conectadas a los dispositivos que conforma el módulo recolector de la siguiente forma:

Shield GSM/GPRS SIM 900.- En la *Tabla 7-2* se puede ver el esquema de conexión entre el módulo y el Arduino, las terminales digitales 10 y 12 del Arduino fueron conectadas a D7 como transmisor y D8 como receptor del módulo. El voltaje de 5 V y GND del Arduino fueron conectadas a las terminales 9 y 7 respectivamente, del módulo GSM/GPRS.

Tabla 7-2: Esquema de conexión entre Arduino Micro y GRPS.

TERMINAL ARDUINO MICRO	TERMINAL GPRS
10	D7 (TX)
12	D8 (RX)
GND	7 (GND)
5 V	9 (5 V)

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Ublox NEO-6M GPS.- La conexión realizada conjuntamente con el Arduino Micro se puede en la *Tabla 8-2*. Las terminales digitales 11 y 8 fueron conectadas a las terminales TX y RX respectivamente del módulo GPS. Las salidas VCC y GND del Arduino y del módulo GPS fueron conectadas entre sí.

Tabla 8-2: Esquema de conexión Arduino Micro y GPS.

TERMINAL ARDUINO MICRO	TERMINAL GPS
11	TX
8	RX
GND	GND
5 V	VCC

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Sensor de Pulso.- La terminal analógica A0 del Arduino fue conectada a la salida S del sensor, Las terminales de 5 V y GND del Arduino se conectaron a las terminales + y – respectivamente, que indica el sensor, las conexiones realizadas se muestran en la *Tabla 9-2*.

Tabla 9-2: Esquema de conexión Arduino Micro y Sensor de Pulso

TERMINAL ARDUINO MICRO	TERMINAL SENSOR DE PULSO
5 V	+
GND	-
A0	S

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

En la *Figura 8-2* se concibe el esquema de conexión del nodo recolector del prototipo implementado, se muestran las conexiones del Arduino Micro con el módulo GSM/GPRS, módulo GPS y el sensor de pulso.

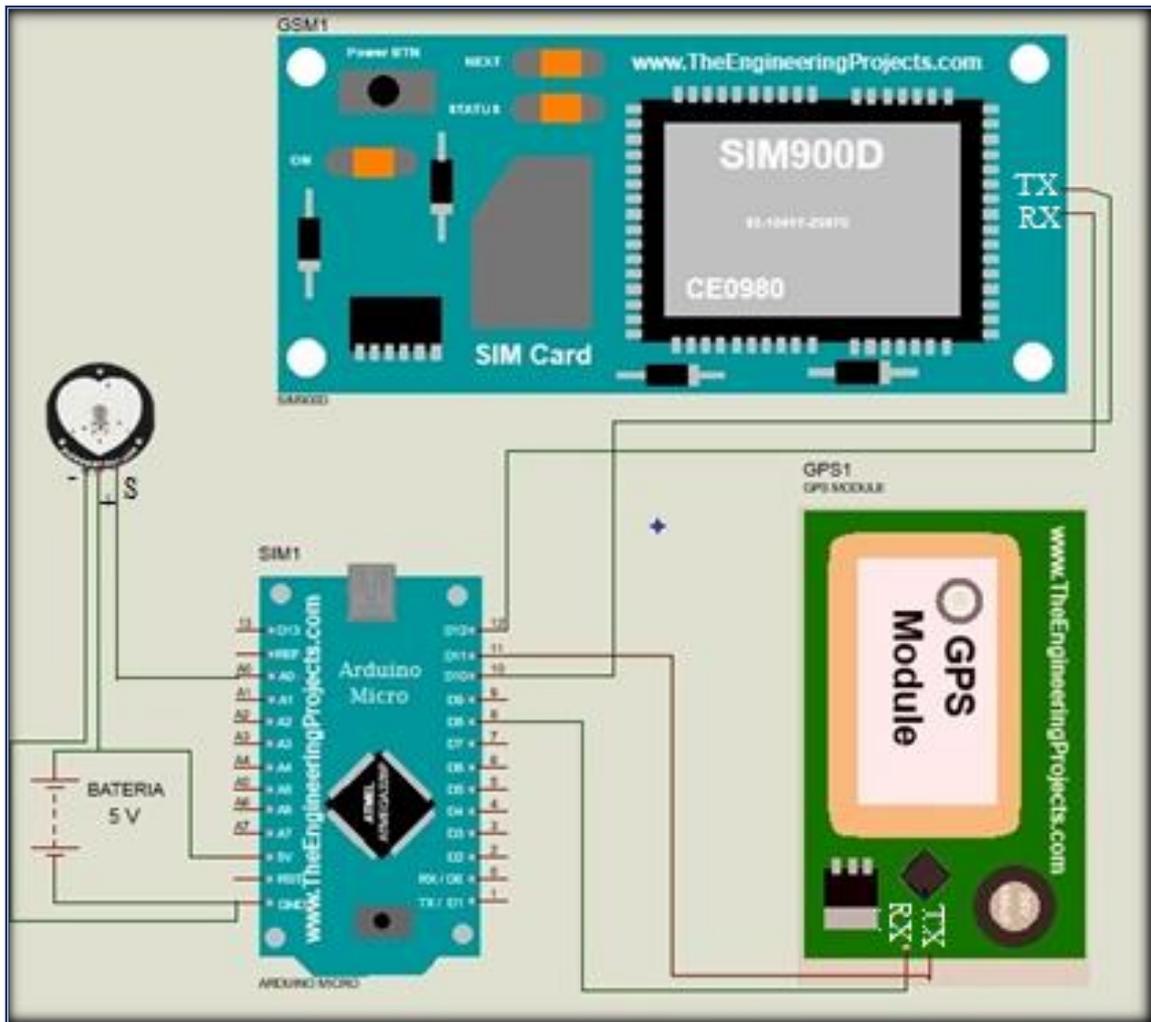


Figura 8-2: Esquema de conexión del nodo recolector del Prototipo
 Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

2.2.2.3. Alimentación del prototipo

Se usó una batería RPI PowerPack V1.2 que fue diseñada para Raspberry Pi, tiene compatibilidad con Android, de fácil conexión ya sea por los puertos de USB o por las terminales de voltaje y tierra, para cargar dicha batería solo se necesita de un micro cable USB similar al terminal de carga que usan los móviles, tiene un switch de encendido o apagado, en la *Figura 9-2* se puede ver la batería mencionada.

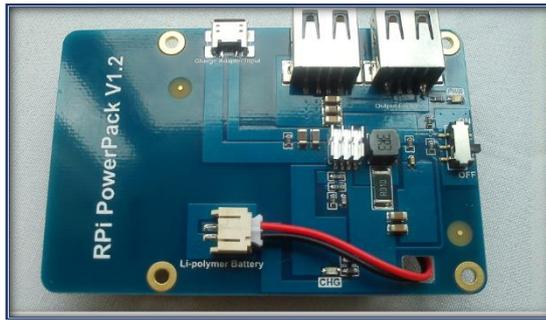


Figura 9-2: Batería RPi PowerPack V1.2
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Se presenta las principales características de la batería RPi PowerPack V1.2 en la *Tabla 11-2*:

Tabla 10-2: Características de RPi PowerPack

RPi PowerPack	
Voltaje de Salida	5.1 V
Voltaje de Carga	5 V
Corriente	3800 mAh
Corriente de Salida	1.8 A
On/Off	Mediante un Switch
Puerto USB	2
Puerto de carga	1 Micro USB
Dimensiones	5 x 7.5 x 1 cm
Duración de batería	9 horas

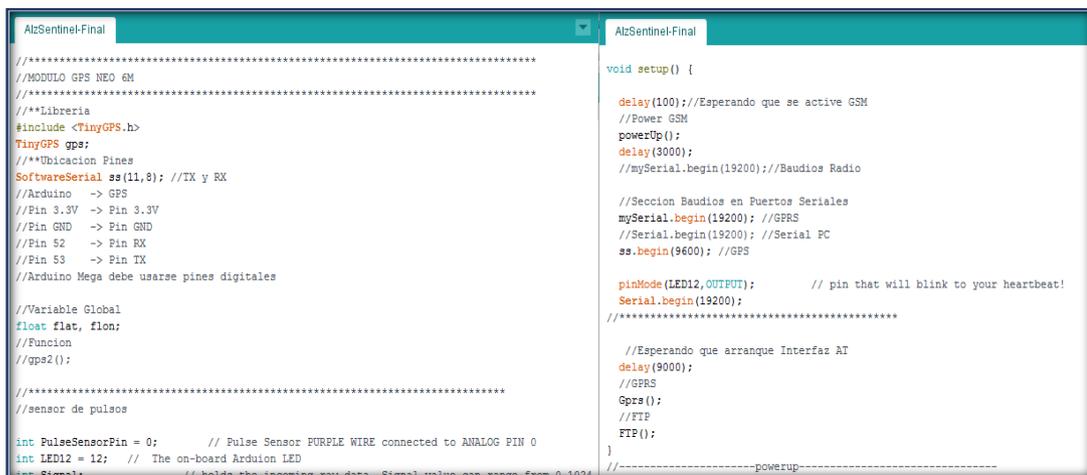
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017
Fuente: (Raspberry Pi Wiki, 2017)

2.2.3. *Requerimientos Software para el sistema*

Para complementar la parte física del prototipo se hizo uso de varios *software* para el correcto funcionamiento del dispositivo y para poder visualizar, modificar o eliminar los datos obtenidos del mismo.

2.2.3.1. Software Arduino 1.8.1

Es un entorno de desarrollo libre, gratuito y de código abierto, está disponible para las plataformas Windows, Mac, y Linux, tiene herramientas para cargar la programación en las tarjetas de desarrollo. este entorno está basado en java. En esta plataforma se puede escribir, ejecutar y descargar la aplicación que se desea que cumpla el Arduino seleccionado, permitiendo así que exista la intercomunicación entre el *software* y *hardware*. Parte del código usado en el módulo recolector se muestra en la *Figura 10-2*.



```
AlzSentinel-Final
//*****
//MODULO GPS NEO 6M
//*****
//**Libreria
#include <TinyGPS.h>
TinyGPS gps;
//**Ubicacion Pines
SoftwareSerial ss(11,8); //TX y RX
//Arduino -> GPS
//Pin 3.3V -> Pin 3.3V
//Pin GND -> Pin GND
//Pin 52 -> Pin RX
//Pin 53 -> Pin TX
//Arduino Mega debe usarse pines digitales

//Variable Global
float flat, flon;
//Funcion
//gps2 ();

//*****
//sensor de pulsos

int PulseSensorPin = 0; // Pulse Sensor PURPLE WIRE connected to ANALOG PIN 0
int LED12 = 12; // The on-board Arduion LED
//*****
//*****

void setup() {
  delay(100); //Esperando que se active GSM
  //Power GSM
  powerUp();
  delay(3000);
  //mySerial.begin(19200); //Baudios Radio

  //Seccion Baudios en Puertos Seriales
  mySerial.begin(19200); //GPRS
  //Serial.begin(19200); //Serial PC
  ss.begin(9600); //GPS

  pinMode(LED12, OUTPUT); // pin that will blink to your heartbeat!
  Serial.begin(19200);
  //*****

  //Esperando que arranque Interfaz AT
  delay(9000);
  //GPRS
  Gprs();
  //FTP
  FTP();
}
//-----powerup
```

Figura 10-2: Parte del código usado en el módulo recolector - Arduino Micro
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

2.2.3.2. MySQL

Sistema de gestión de base de datos de código abierto usada debido a su confiabilidad, rendimiento y por su sencillo de manejo. Es la principal opción para base de datos de muchas páginas web y otras aplicaciones (Oracle, 2017). Para el manejo a través de la web de MySQL existe una herramienta de *software* libre que es PhpMyAdmin , la configuración se realiza mediante modo gráfico, las acciones más frecuentes que realiza para la gestión de base de datos es la creación, modificación y eliminación de campos, tablas relaciones, usuarios y manejar cualquier sentencia SQL (MySQL, 2017). Para la administración, organización y gestión de los datos obtenidos de los enfermos de Alzheimer y de sus cuidadores fue necesaria la creación de una base de datos por medio de PhpMyAdmin en MySQL.

Diagrama de la base de datos del sistema propuesto

Una vez creada la base de datos del sistema se procedió a la elaboración de las tablas, las cuales serán necesarias para el ingreso de datos personales de los enfermos de Alzheimer, información de importancia para el cuidador, datos del administrador y su acceso por niveles, acceso para policías y para la administración del código de equipos. En la *Figura 11-2* se puede apreciar las tablas creadas para que cumplan con las funciones anteriormente descritas.

Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño
infoemergencia	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1	MyISAM	utf8_general_ci	2.1 KB
tbladmin	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	MyISAM	utf8_general_ci	2.2 KB
tblcodigo	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	8	MyISAM	utf8_general_ci	2.4 KB
tblformulario	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	6	MyISAM	utf8_spanish_ci	3.3 KB
tblpolicias	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	3	MyISAM	utf8_general_ci	2.1 KB
5 tablas	Número de filas	22	MyISAM	latin1_swedish_ci	12.1 KB

Figura 11-2: Tablas creadas en phpMyAdmin para el almacenamiento de datos
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

La estructura de cada tabla se estableció según los datos que se desean tener de: cada enfermo de Alzheimer, cuidador, policía, dispositivos AlzSentinel y del administrador y el nivel de acceso que se le ofrecerá a cada uno. El funcionamiento de todas las tablas se basa en la tabla principal llamada *tblformulario* en la *Figura 12-2* se puede ver su estructura.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción
1	idFormulario	int(10)			No	Ninguna	AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Más
2	Codigo	varchar(40)	utf8_general_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
3	Nombres	varchar(50)	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
4	Apellidos	varchar(50)	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
5	Genero	text	utf8_general_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
6	Cedula	int(10)		UNSIGNED ZEROFILL	No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
7	Nacimiento	date			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
8	Edad	int(11)			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
9	Ciudad	varchar(50)	utf8_general_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
10	Pais	varchar(50)	utf8_general_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
11	Direccion	varchar(200)	utf8_unicode_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
12	Nombre_Cuidador	varchar(100)	utf8_general_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
13	Num_Contacto1	int(10)		UNSIGNED ZEROFILL	No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
14	Num_Contacto2	int(9)		UNSIGNED ZEROFILL	No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
15	Mail	varchar(50)	utf8_general_ci		Sí	No		Cambiar Eliminar Más
16	AcercaDe	varchar(500)	utf8_spanish_ci		Sí	Sin info		Cambiar Eliminar Más
17	Password_Cuidador	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
18	Foto	text	utf8_general_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Más
19	Nivel	enum('user', 'policia', 'admin')	utf8_general_ci		No	user		Cambiar Eliminar Más
20	Fecha_Ingreso	timestamp		ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP	Sí	CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP		Cambiar Eliminar Más

Figura 12-2: Estructura de la Tabla formulario
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

2.2.3.3. Dreamweaver CS6

Software editor de código HTML, PHP, Css, XHTML, JavaScript entre otros, basado en estudio Adobe Flash permite diseñar, editar y administrar páginas web, la mayor ventaja que presenta es su entorno visual que crean sitios Web de forma gráfica. Se puede encontrar funcionalidades que se pueden agregar al diseño y los cambios puedan ser visualizados al instante (Adobe Systems Incorporated, 2012, p. 39). La página Web permite ingresar, manipular y/o visualizar información enviada desde el dispositivo, los datos de las personas con Alzheimer, cuidadores, policías y administradores, en la *Figura 13-2*, se observa parte del código de la programación realizada en Dreamweaver, se aprecia el uso de la declaración SQL para realizar el registro.

```
if ((isset($_POST["MM_insert"])) && ($_POST["MM_insert"] == "form1")) {
    $insertSQL = sprintf("INSERT INTO tblformulario (Codigo, Nombres, Apellidos, Genero, Cedula, Nacimiento, Edad, Ciudad, Pais, Direccion, Nombre_Cuidador,
    Num_Contacto1, Num_Contacto2, Mail, AcercaDe, Password_Cuidador, Foto) VALUES (%s, %s, %s)",
        GetSQLValueString($_POST['Codigo'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Nombres'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Apellidos'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Genero'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Cedula'], "int"),
        GetSQLValueString($_POST['Nacimiento'], "date"),
        GetSQLValueString($_POST['Edad'], "int"),
        GetSQLValueString($_POST['Ciudad'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Pais'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Direccion'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Nombre_Cuidador'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Num_Contacto1'], "int"),
        GetSQLValueString($_POST['Num_Contacto2'], "int"),
        GetSQLValueString($_POST['Mail'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['AcercaDe'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Password_Cuidador'], "text"),
        GetSQLValueString($_POST['Foto'], "text"));

    mysql_select_db($database_conexionalzsentinel, $conexionalzsentinel);
    $result1 = mysql_query($insertSQL, $conexionalzsentinel) or die(mysql_error());
}
```

Figura 13-2: Parte del código de la programación realizada en Dreamweaver
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

2.2.3.4. Página Web AlzSentinel

Es necesario el uso de un hosting para poder almacenar y procesar la información de la página web para que los datos puedan ser visualizados, se hizo uso de un dominio web para identificar el sitio web es decir es la URL para el acceso a la información almacenadas con un entorno gráfico amigable. Las opciones de dominio y hosting pueden ser pagadas o gratuitas.

El proyecto cuenta con un dominio de pago y un hosting gratuito. El dominio tiene la siguiente URL *www.alzsentinel.com* para el acceso por de los usuarios, este servicio fue contratado de la empresa Hosting Ecuador. El hosting gratuito es de Eshost el cual proporciona alojamiento web gratuito. Los archivos .php que contienen la programación de la página Web fueron cargados en

el administrador de archivos que ofrece el hosting contratado al igual que la base de datos. Al tener un dominio y un hosting de diferentes empresas se requiere enlazar los DNS , se debe asociar el dominio a la dirección ip donde se van a encontrar los archivos.

Opciones de la página web AlzSentinel:

Al ingresar a la página web www.alzsentinel.com, brinda las opciones de información general de la página y de la enfermedad de Alzheimer como se aprecia en la *Figura 14-2*, una opción de descarga de la aplicación para los cuidadores y policías, así como la posibilidad de ingresar a la información del paciente mediante el Log In de los usuarios previamente registrados por el Administrador.



Figura 14-2: Página Web AlzSentinel
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Autenticación.- El menú de acceso para los usuarios tiene un Log In de acceso, como se muestra en la *Figura 15-2*.



Figura 15-2: Menú de Log In de usuarios
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Usuario Policía:

Creado con el fin de poder brindar el acceso a información personal de la persona si está se encuentra perdida, se crea un usuario único para el ingreso de la Policía para mayor facilidad de acceso.

Autenticación.- Una vez ingresado los datos de autenticación , como se puede ver en la *Figura 16-2*, se puede realizar una búsqueda del usuario mediante el código del dispositivo.



Figura 16-2: Autenticación de la Policial y búsqueda de información
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Resultados de búsqueda.- Al ingresar el código suministrado por la etiqueta NFC, la búsqueda se realiza en la base de datos y en la *Figura 17-2* se muestra el resultado de la información de la persona asociada a tal código.

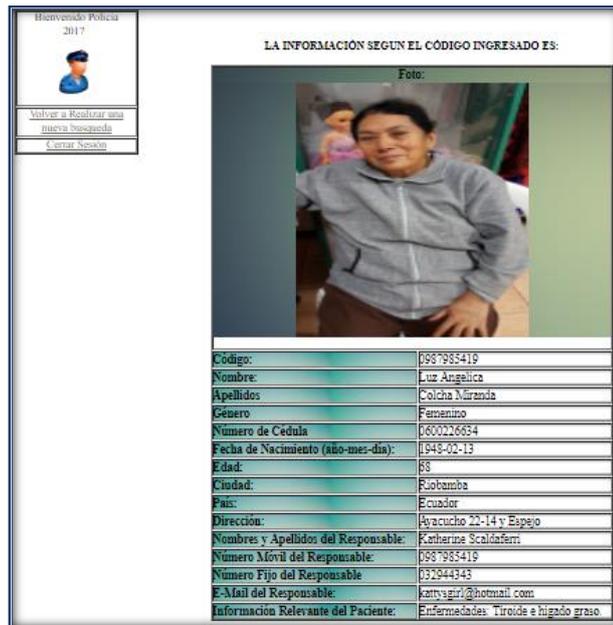


Figura 17-2: Resultado de búsqueda por código
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Usuario Cuidador:

Posee mayor acceso a información del familiar o paciente registrado, permite visualizar los datos personales, ubicación, supervisión y acceso a números de emergencia.

Autenticación.- Una vez ingresado al sistema, en la *Figura 18-2* se puede ver la autenticación y el menú de bienvenida del cuidador.



Figura 18-2: Autenticación y Menú de los usuarios Cuidadores
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Identificación del paciente o familiar.- En la *Figura 19-2*, permite al cuidador ver los datos ingresados de su paciente o familiar, los mismos datos que la Policía tendrá acceso, estos datos son solo de lectura.

Bienvenido Pamela
Gusqui

Volver al menú
Cerrar Sesión

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE O FAMILIAR

Foto:

Código:	04-77-CP-E2-7D-49-81
Nombres:	Maria Lucrecia
Apellidos:	Machado Miranda
Género:	Femenino
Número de Cédula:	0600225734
Fecha de Nacimiento (año-mes-día):	1950-11-19
Edad:	66
Ciudad:	Riobamba
País:	Ecuador
Dirección:	Ayacucho 24-23 y Larrea
Nombres y Apellidos del Responsable:	Pamela Gusqui
Número Móvil del Responsable:	0983499911
Número Fijo del Responsable:	032941821
E-Mail del Responsable:	
Información Relevante del familiar o Paciente:	Mede 1.5m, contextura normal, color de cabello negro.

Figura 19-2: Datos personales del paciente
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Ubicación de la Persona.- Los datos del GPS dados por el dispositivo implementado se suben automáticamente a la nube cada 3 minutos para después poder ser visualizados en la página web y/o aplicación como lo muestra la *Figura 20-2*.



Figura 20-2: Ubicación de la persona mostrado
en la página web
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Pulso Cardíaco.- Para la supervisión del paciente o familiar se muestra el pulso cardíaco como se puede apreciar en la *Figura 21-2*, una vez mostrado el pulso se muestra una tabla en la cual puede asociar el pulso a un estado de salud.

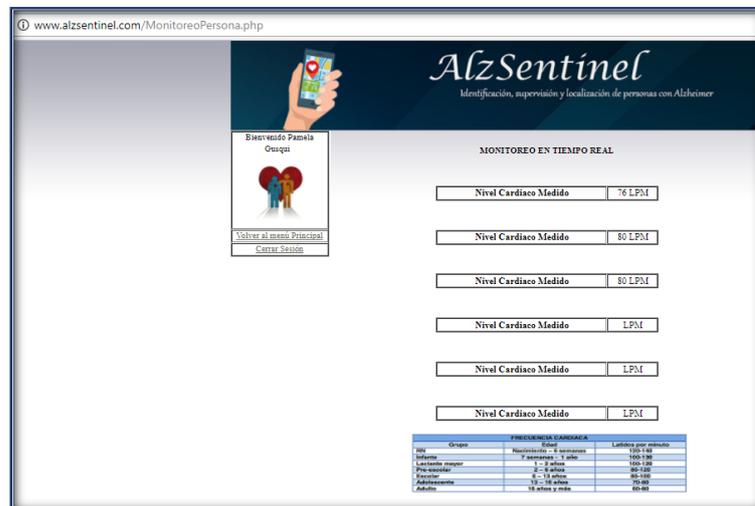


Figura 21-2: Supervisión del pulso cardíaco
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Números de Emergencia.- Si al criterio del cuidador la supervisión del usuario no es la normal o correcta, el cuidador puede comunicarse con los números mostrados en esta opción, como se puede ver en la *Figura 22-2* en la página se muestra una tabla con los números más relevantes de emergencia a nivel nacional.

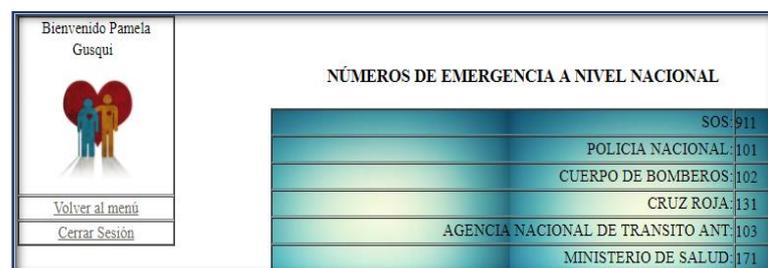


Figura 22-3: Números de emergencia
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Administrador:

Con capacidad de insertar, modificar y/o eliminar usuarios o información que se muestre en la página. Es quien está a cargo del correcto funcionamiento de la misma.

Autenticación.- El o los administradores tienen la opción según el nivel de acceso, poder ingresar y modificar información relevante, como se muestra en la *Figura 23-2* la autenticación y el menú en el que se puede elegir editar datos y tipo de acceso de la Policía, cuidadores, administradores y códigos asociados a los dispositivos.



Figura 23-2: Autenticación y menú del Administrador
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Administrar Opción de acceso de Policías.- En la *Figura 24-2* se puede ver el menú de la Policía dando la opción de insertar y modificar usuarios. Permite editar los números de emergencia que son mostrados al Cuidador.



Figura 24-2: Menú de la Administración
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Administrar Opción de acceso de Cuidadores.- El menú de la administración se muestra en la *Figura 25-2*. Permite insertar, modificar y eliminar usuarios, adicional a esto da la opción de ver el registro total de usuario.



Figura 25-3: Menú de Administración sobre los Cuidadores
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Insertar un nuevo registro de usuarios.- Se debe llenar un formulario de datos, en la *Figura 26-2* se puede ver los campos necesarios y obligatorios que deben ser llenados, si uno de los campos obligatorios no se llenado de la página lo notificará. Mostrando así el correcto funcionamiento de registro de nuevos usuarios.

Figura 26-3: Formulario de registro de un nuevo usuario
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Modificar o eliminar usuarios.- Debido a la cantidad de usuarios los registros se pueden buscar mediante la cédula, una vez mostrado el registro el administrador según su nivel de acceso tiene la capacidad de modificar o eliminar información, en la *Figura 27-2* se muestra los campos editables y la opción de eliminar tal registro.

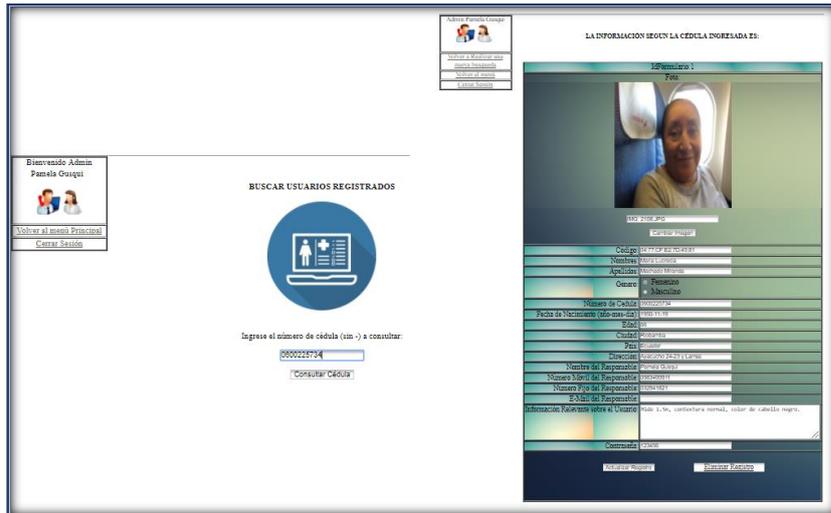


Figura 27-2: Búsqueda y resultado de la cédula del usuario
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Registro total de usuarios.- En la *Figura 28-2* se puede ver una parte del listado y los campos de información del mismo.

REGISTRO TOTAL DE LOS USUARIOS REGISTRADOS									
Número de Formulario	Código	Nombres	Apellidos	Cédula	Edad	Nombre del Responsable	Número Móvil del Responsable	Información Relevante del Usuario	Fecha de Ingreso del Usuario
1	04:77:CFE:	Maria Lucrecia	Machado Miranda	0604	66	Pamela Gusqui	0983499911	Mide 1.5m, contextura normal, color de cabello negro	2017-08-11 15:39:11
2	04:77:B7E:	Luz Angelica	Colcha Miranda	0604	68	Katherine Scalafarri	0987965419	Enfermedades: Tiroide e hígado graso	2017-10-15 17:45:33
3	04:77:B7E:	Fausto	Azevalo Condo	0604	77	Francisco Scalafarri	0984912888	Discapacidad visual Diabetes.	2017-08-11 03:51:02

Figura 28-2: Parte del registro de los usuarios registrados
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Gestionar Opción de acceso de Administradores.- Permite ingresa, modificar y eliminar administradores. Al ingresar nuevos administradores se brinda la opción de niveles de acceso. En la *Figura 29-2* se muestra las opciones anteriormente mencionadas.

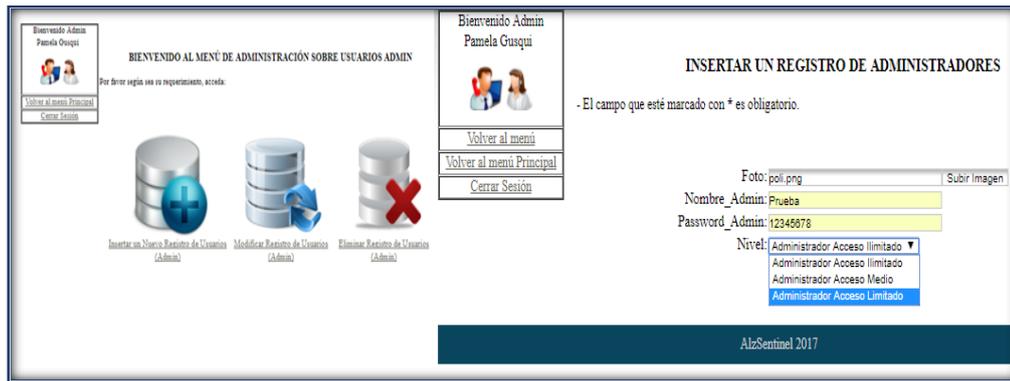


Figura 29-2: Administrar opción de acceso de Administradores
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Administrar código de los dispositivos.- Para la administración de los dispositivos creados se estableció este menú, este código es el que servirá para la búsqueda de información personal del paciente perdido. En la *Figura 30-2* se muestra las opciones de un nuevo registro, modificar el código o eliminar un código existente.



Figura 30-2: Administrar código de los dispositivos
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

2.2.3.5. *App Inventor 2*

Es un entorno de desarrollo amigable que proporciona las herramientas para el desarrollo o edición de aplicaciones móviles para cualquier dispositivo móvil que tenga el sistema operativo Android, la programación de las aplicaciones es mediante bloques. Se hizo uso para el desarrollo de la aplicación para almacenar datos en las etiquetas NFC. En la *Figura 16-2* se muestra el diseño de la interfaz de la aplicación móvil.

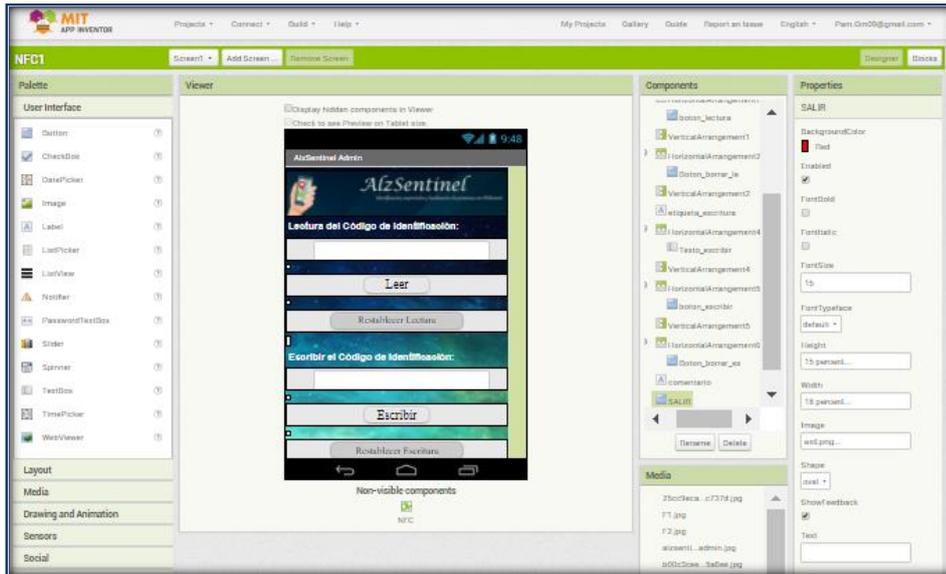


Figura 31-2: Diseño de la interfaz de aplicación móvil
 Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

CAPITULO III

3. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA

En este capítulo se muestra los resultados producto de las pruebas realizadas al prototipo implementado de identificación, localización y supervisión, en lo que se refiere al *hardware* y *software*. Los análisis realizados al *hardware* como lo es el sensor de pulso, GPS y la alimentación del mismo. Las pruebas de *software* serán las del funcionamiento de la página web y de las aplicaciones móviles. Finalmente se presenta el análisis realizado al costo de la implementación del prototipo

3.1. Pruebas del hardware implementado.

El dispositivo implementado se puede ver en la *Figura 1-3 a*, se aprecia la parte interna del equipo y cada uno de los elementos usados en el *hardware*. En la *Figura 1-3 b* se aprecia el equipo ya terminado y ensamblado, las dimensiones del equipo son de 6x7.5x10 cm y la distancia de lectura de las etiquetas NFC es de 1.5 cm.

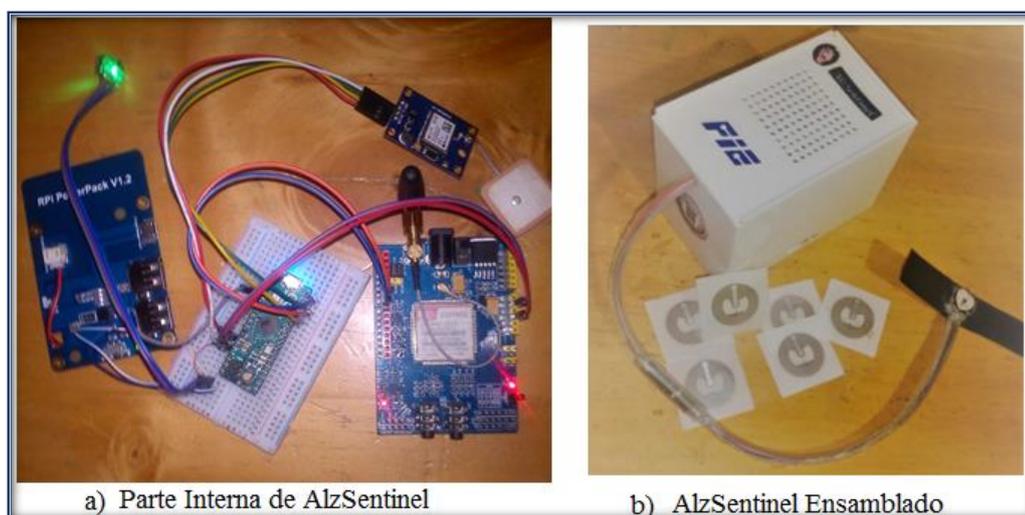


Figura 1-3: Prototipo AlzSentinel
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017

3.1.1. Análisis del sensor de pulso del dispositivo

Para comprobar la confiabilidad del cálculo de frecuencia cardíaca del sensor implementado en el sistema se realizó la comparación de los datos entregados por el sensor con los datos que entrega un equipo comercial. Se hizo uso de un tensiómetro digital de la compañía microlife, que mide la tensión arterial y el pulso mediante el método oscilométrico. Es de tamaño grande y es necesario el uso de un brazalete que ejerce presión en el brazo para que realice los cálculos de medición (Microlife, 2011). En la *Figura 2-3* se visualiza la toma de muestras con el tensiómetro y el prototipo en una persona. se puede ver los datos del tensiómetro y los del sensor de pulso del prototipo AlzSentinel medidos al mismo tiempo, mostrando de que existe un margen de error de 2 puntos.

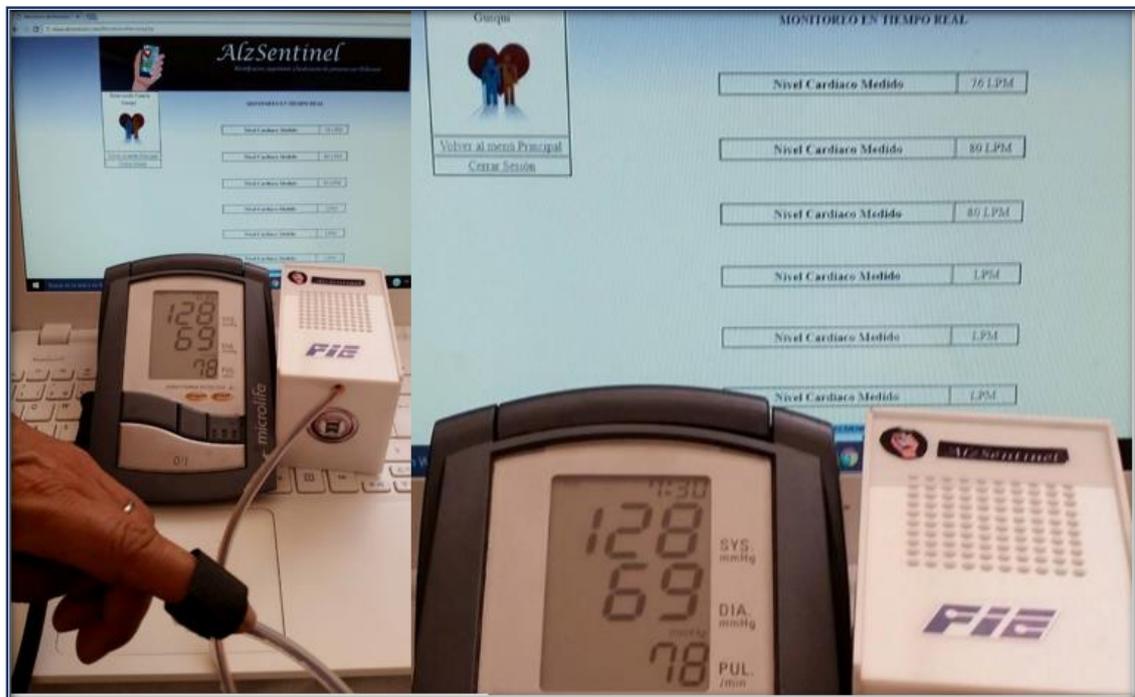


Figura 2-3: Toma de muestras con tensiómetro microlife y prototipo AlzSentinel
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Se tomó 18 muestras en total, las cuales fueron distribuidas en tres tomas, en la mañana, medio día y en la tarde, con un intervalo de 10 minutos cada una, este análisis se muestra en la *Tabla 1-3*, mediante el uso del *software R* (Ihaka, 2017) se sacó el promedio, desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 1-3: Análisis de pulso cardíaco

Momento de medición	Número de Muestra	AlzSentinel	Tensiómetro WS-300	Error
(09:00-10:00) Mañana	1	46	47	1
	2	48	46	2
	3	44	43	1
	4	55	55	0
	5	53	50	3
	6	56	56	0
(12:00-13:00) Medio Día	7	60	62	2
	8	58	57	1
	9	61	63	2
	10	70	69	1
	11	66	69	3
	12	72	70	2
(16:00-17:00) Tarde	13	70	69	1
	14	69	69	0
	15	73	72	1
	16	70	71	1
	17	71	71	0
	18	72	74	2
Promedio		63.5	64.5	
Desviación Estándar		9.7673	9.9071	
Coefficiente de variación		0.153	0.154	
Error de las muestras				1.5

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Una vez realizada la medición y con los datos obtenidos mostrados en la *Tabla 1-3*, indica que el sensor implementado en el prototipo es confiable con una tasa de error de 1.5, con un rango de variación de 0 a 3 puntos en los pulsos tomados. Según información de expertos en el área médica se acepta un margen de error de hasta 10 puntos, el resultado de los valores obtenidos por el sensor del prototipo indica que el sistema es confiable y los datos pueden ser tomados como referencia.

3.1.2. *Tiempo de respuesta de etiquetas NFC NXP*

Estas pruebas consistieron en medien análisis de respuesta según la conexión del dispositivo móvil la cual puede ser por conexión a datos o con Wi-Fi, en la *Tabla 2-3* se muestra las mediciones realizadas del tiempo de respuesta de la aplicación ante el ingreso del código de las etiquetas ubicadas en diferentes partes del cuerpo, las muestras tomadas fueron cinco.

Tabla 2-3: Medición tiempo de respuesta de la app para etiquetas NFC

N ^{ra}	Etiqueta	Código	Tiempo de respuesta de Lectura de etiquetas (segundos)	Tiempo de Respuesta Wi-Fi (segundos)	Tiempo de Respuesta Datos Móviles (segundos)
1	Al aire libre	0983499911	2	3	4
2	Bajo una prenda de vestir	0987985419	4	2	2
3	Bajo una prenda de vestir	0984912888	3	3	3
4	Al aire libre	0987985419	2	1	2
5	Bajo una prenda de vestir	0979221694	3	3	4
PROMEDIO DE RESPUESTA			2.8	2.4	3

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

En la *Tabla 2-3* se muestra el promedio del tiempo que toma en responder un teléfono móvil ante la lectura de las etiquetas que es de 2.8 segundos, la respuesta de la aplicación ante la búsqueda de datos en una área con Wi-Fi el tiempo promedio es de 2.4 segundos y con datos móviles el tiempo de respuesta es de 3 segundos. Demostrando que el tiempo de respuesta es corto y eficaz haciendo eficiente así al sistema.

3.1.3. *Consumo de energía del prototipo*

La medición del consumo de cada elemento electrónico se realizó con la ayuda de un multímetro tal y como se muestra en la *Figura 3-3*.

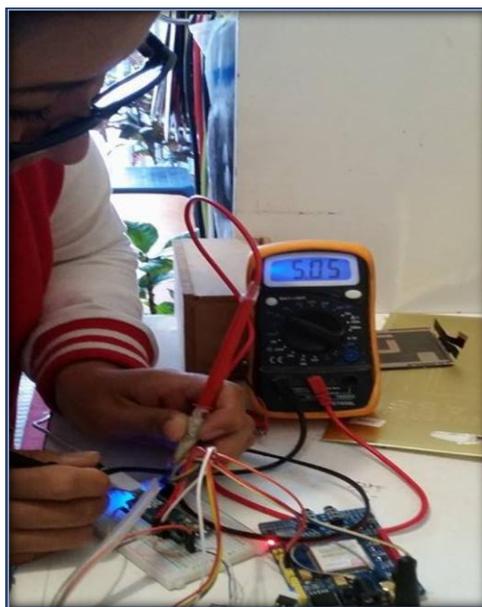


Figura 3-3: Medición de consumo energético del prototipo

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Basándose en los datos obtenidos por la medición con un multímetro de cada elemento electrónico que está compuesto el prototipo se obtuvieron los valores del consumo de corriente y voltaje mostrados en la *Tabla 3-3*, se logró comprobar que los valores reales medidos son similares a los valores teóricos del consumo de voltaje y del voltaje de entrada.

Tabla 3-3: Consumo de corriente y voltaje del prototipo

N°	Dispositivo	Consumo de Corriente medidos (mA)	Consumo de Corriente teóricos (mA)	Voltaje de entrada medidos (V)	Voltaje de entrada teóricos (V)
1	Shield GSM/GPRS Sim900	90.1	70	5.5	5 V
2	GPS Neo-6m	86.5	70	5.3	5 V
3	Sensor de Pulso	4.3	4	5.1	5 V
TOTAL		180.9			

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

El consumo de corriente de los elementos es de 180.9 mA, para las pruebas realizadas se utilizó como fuente de alimentación una batería de litio de 5,1 voltios con 3800 mA, teniendo en cuenta que el Arduino Micro soporta una alimentación externa de 5 a 12 voltios y tiene un rango de corriente de 2 amperios. Comprobando así que el prototipo tiene un bajo consumo de corriente permitiendo que la batería tenga una larga duración. Para verificar el correcto funcionamiento de

la batería se realizó mediciones del tiempo que toma la carga y descarga de la misma, los resultados obtenidos son de 4 horas y 30 minutos y 14 horas respectivamente, comparando con los datos teóricos existe 5 horas de ventaja.

3.2. *Pruebas del software implementado*

3.2.1. *Página Web*

Las pruebas realizadas se basaron en el acceso a la URL www.alzsentinel.com e ir comprobando el tiempo de respuesta de autenticación y búsqueda de datos de las opciones que propone esta página. Un archivo .txt es enviado al hosting del sitio web cada ± 3 minutos, los datos obtenidos son mostrados en la página web.

3.2.1.1. *Usuario Policía*

Para comprobar el tiempo de respuesta de la autenticación y tiempo de búsqueda de acceso de la Policía se realizó el análisis como se puede ver en la *Tabla 4-3*, en la cual se muestra el tiempo de respuesta mediante el acceso de al página web mediante uso de la red Wi-Fi, las mediciones realizadas es de 3 usuarios de la Policía.

Tabla 4-3: Tiempo de autenticación y búsqueda de datos del usuario Policía

POLICÍAS			
Nombre de Usuario	N ^a	Tiempo de Autenticación (segundos)	Tiempo de Búsqueda de datos (segundos)
Policia 2017	1	3	2
Policia	2	1	1
UPC	3	2	2
PROMEDIO DE RESPUESTA		2	1.66
PROMEDIO GENERAL		1.83	

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Con el análisis realizado en la *Tabla 4-3* se comprueba que el tiempo promedio de autenticación del personal de la Policía fue de 2 segundos y el tiempo de búsqueda de datos personales de los usuarios es de 1.66 segundos, dando como resultado que el tiempo de respuesta a esta opción es de 1.83 segundos, demostrando que el sistema es eficaz con un tiempo de respuesta rápido.

3.2.1.2. Usuario Cuidador

Para la comprobación del tiempo de respuesta de autenticación y búsqueda de datos para los Cuidadores, se realizó un análisis al acceso de 5 usuarios, el resultado obtenido se muestra en la *Tabla 5-3*.

Tabla 5-3: Tiempo de respuesta de Autenticación Cuidadores y acceso al menú

CUIDADORES						
Nombre del Cuidador	N ^a	Tiempo de Autenticación (segundos)	Tiempo de Búsqueda de datos (segundos)			
			Identificación	Localización	Supervisión	Números SOS
Katherine Scaldaferrí	1	2	3	3	3	2
Vilma Arévalo	2	2	2	3	2	1
Francisco Scaldaferrí	3	1	2	2	2	2
Pamela Gusqui	4	2	1	3	3	1
Leonor Scaldaferrí	5	1	2	2	3	1
PROMEDIO DE RESPUESTA (seg)		1.6	2	2.6	2.6	1.4
			2.15			

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Del análisis mostrado en la *Tabla 5-3*, se comprueba que el promedio del tiempo de respuesta de la autenticación es de 1.6 segundos. Al realizar la búsqueda de información como identificación, localización, supervisión y acceso a la información a números de emergencia es de 2, 2.6, 2.6, 1.4 segundos respectivamente, demostrando que el tiempo de acceso a la información de importancia para el usuario guardada en la base de datos del sistema es de 2.15 segundos, tomando en cuenta la cantidad de datos almacenados es un tiempo corto y aceptable.

3.2.1.3. Administrador

El análisis realizado al tiempo de respuesta de autenticación, búsqueda de la información y registro de nuevos cuidadores, se muestra en la *Tabla 6-3*. Detallando el tiempo que toma el acceso a cada una de las opciones.

Tabla 6-3: Tiempo de Respuesta Autenticación y búsqueda de datos de Administradores

ADMINISTRADORES							
Nombre del Cuidador	Nº	Tiempo de Autenticación (segundos)	Tiempo de Búsqueda de datos (segundos)				Tiempo de Almacenamiento de datos (segundos)
			Policías	Cuidadores	Administración	Código del Producto	Cuidadores
PamelaG	1	2	2	1	2	3	3
TatianaP	2	3	1	2	1	2	2
MarcelaM	3	2	2	1	2	2	3
PROMEDIO DE RESPUESTA (seg)		2.33	1.66	1.33	1.66	2.33	2.66
			1.75				

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Como se puede ver en la *Tabla 6-3* el tiempo promedio de autenticación de los Administradores es de 2.33 segundos, dando como resultado un tiempo corto en el acceso al sistema. El tiempo de respuesta de la búsqueda de los datos de las opciones de Policías, Cuidadores, Administradores y Código del Producto es de 1.66, 1.66, 1.66, 2.33 segundos respectivamente, dando como promedio total de 1.75 segundos en el acceso para la administración de los diferentes usuarios que tiene el sistema. El tiempo de almacenamiento de datos de nuevos usuarios cuidadores, es de 2.66 segundos. Con la cantidad de datos almacenados el sistema tiene un tiempo de respuesta corto, demostrando que el sistema es eficaz y confiable.

3.2.2. *Aplicaciones Móviles*

Las aplicaciones diseñadas son sencillas de usar, esto con el fin de brindar un acceso sencillo y eficiente a la información necesaria.

3.2.2.1. *App AlzSentinel para Cuidadores, Administradores y Policías*

Esta aplicación nativa fue creada con el fin de simplificar el acceso a los servicios que brinda la página web, en la *Figura 4-3* se puede ver el ícono del logo “AlzSentinel” mediante el cual se puede ejecutar la aplicación.

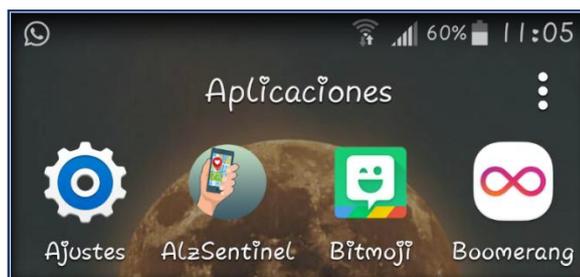


Figura 4-3: Ícono App AlzSentinel
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

La aplicación permite el acceso a Policías, Cuidadores y Administradores a las mismas opciones de uso que la página web, por lo tanto los usuarios o administradores para poder acceder a la información deberán autenticarse de lo contrario no podrán tener acceso a ninguna de las opciones que brinda la aplicación. En la *Figura 5-3* se muestra la interfaz gráfica de la aplicación.



Figura 5-3: Interfaz gráfica de App AlzSentinel
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Una vez seleccionado el tipo de usuario, el usuario deberá autenticarse para poder acceder, una vez autenticado el Cuidador puede acceder a la localización de quien tiene el dispositivo desde la Aplicación AlzSentinel. Para determinar la precisión del mapa se hizo una comparativa con la ubicación proporcionada por Google Maps y los datos de ubicación dados por el módulo GPS que son mostrados por la opción Monitor Serial del software Arduino como se muestra en la *Figura 6-3*. Si se llega a perder conexión existe un archivo de *backup* el mismo que almacena y muestra la última posición registrada.

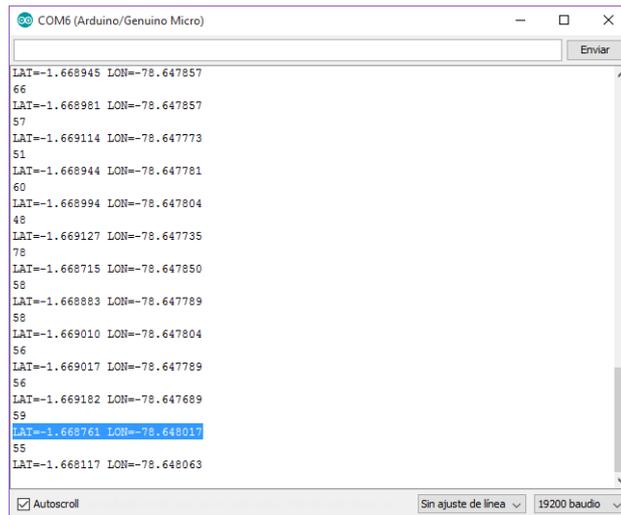


Figura 6-3: Monitor serial de Arduino
 Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Con un dispositivo móvil conectado con Google Maps y otro a la aplicación AlzSentinel como se ve en la *Figura 7-3* se realiza una comparativa con la cual se comprobó que existe un margen de error de 2 a 3 metros correspondientes a las características de fábrica del módulo.

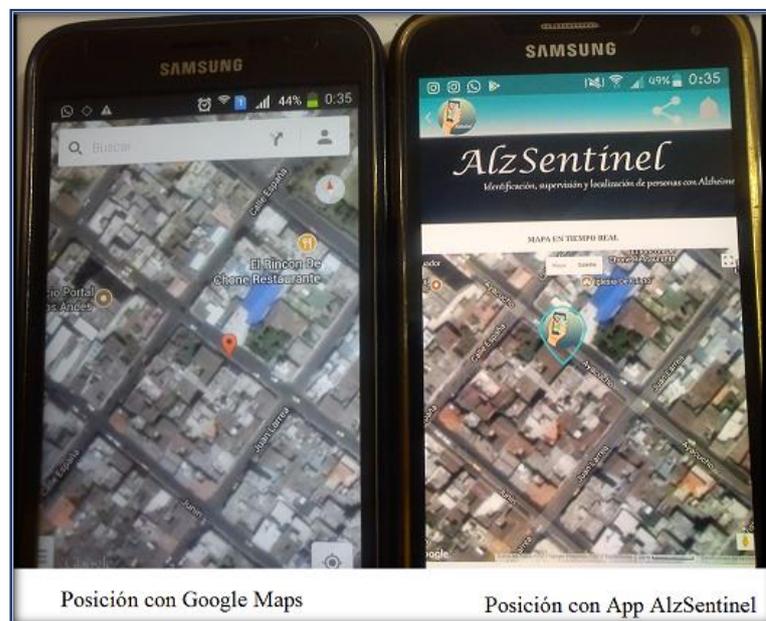


Figura 7-3: Comparativa de ubicación por Google Maps y AlzSentinel
 Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

En *Figura 8-3* se muestra una de las pruebas realizadas para la comprobación del correcto funcionamiento del prototipo AlzSentinel, la etiqueta NFC se ubicó en una pulsera para que sea más sencilla su lectura, en el dispositivo móvil se observa que los datos de identificación

corresponden a la persona que usa el prototipo. En la página web se puede apreciar simultáneamente y en tiempo real los datos de ubicación e identificación de la persona, comprobando así que el sistema tanto *hardware* como *software* funciona correctamente.

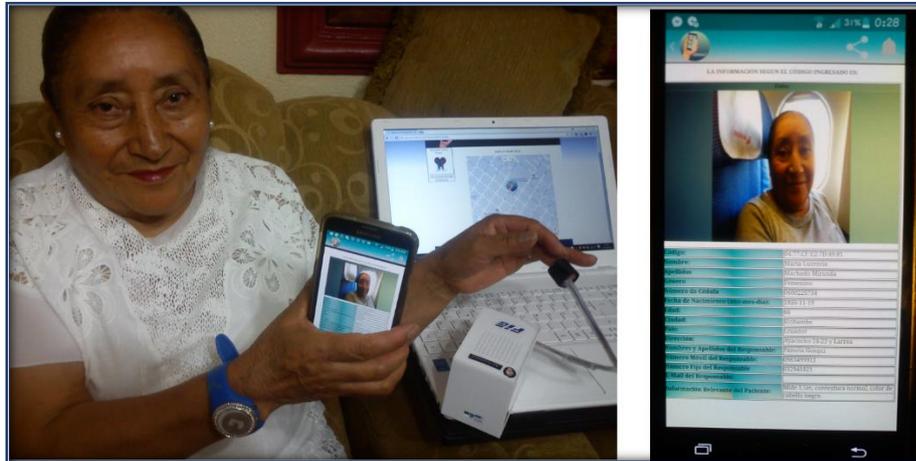


Figura 8-3: Comprobación del funcionamiento del prototipo AlzSentinel
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

Funcionamiento del prototipo

En la *Figura 9-3* se muestra cada una de las partes que conforma el prototipo implementado. Se comprobó el correcto funcionamiento del sistema *hardware* y *software* evaluando los tiempos de respuesta de autenticación de usuarios y búsqueda de datos y se constató que el sistema es rápido y confiable. El resultado de la mediciones del consumo de energía cumpliendo así con los requerimientos establecidos.

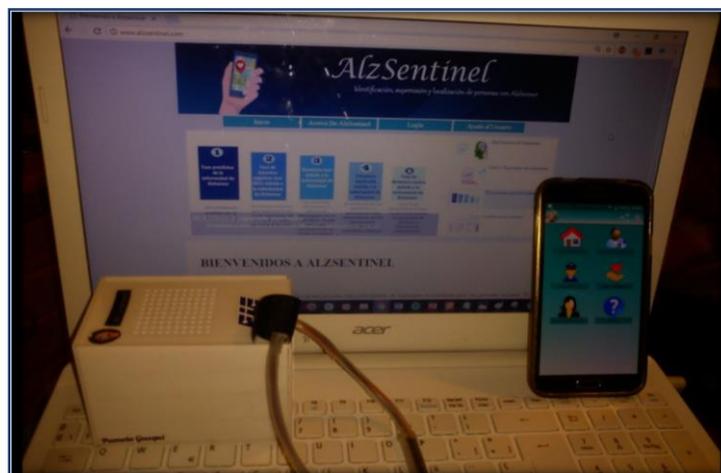


Figura 9-3: Partes del prototipo AlzSentinel implementado
Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

3.3. Análisis económico del prototipo

Se muestra el estudio de costos invertido en el prototipo implementado refiriéndose tanto a *hardware* como a *software*. El detalle del presupuesto se detalla en la *Tabla 7-3*.

Tabla 7-1: Análisis económico del prototipo

	Dispositivo	Cant.	Costo Unitario	COSTO TOTAL
			\$	\$
Hardware	Tarjeta Arduino Micro	1	30,00	30,00
	Shield GSM/GPRS SIM 900	1	30,00	30,00
	Ublox NEO-6M GPS	1	25,00	25,00
	Sensor de Pulso Cardíaco	1	7,00	7,00
	Etiquetas NFC	2	1,00	2,00
	Batería RPI PowerPack V1.2	1	17,00	17,00
	Protoboard mini	1	3,50	3,50
	Caja de Acrílico	1	2,00	2,00
Software	Dominio Web por un año	1	14,00	14,00
Otros elementos	Jumpers	14	0,20	2,80
	Estaño	1 metro	0,5	0,5
	Velcro	0.3 metros	0,1	0,1
	Manguera de suero	0.3 metros	1,25	1,25
			TOTAL	136,15

Realizado por: Gusqui, Pamela, 2017.

De acuerdo con los valores obtenidos en la *Tabla 7-3* de los costos de producción, el sistema implementado tiene un costo de **136,15** dólares americanos (USD), que en relación con las utilidades que brinda, las características operativas del sistema y la ayuda que brinda si una persona se llega a perder, llega a tener un costo bajo.

CONCLUSIONES

1. Se realizó la implantación de un prototipo de una red inalámbrica de dispositivos electrónicos de bajo costo cuya operatividad está basada en tres nodos llamados: lector, recolector y almacenamiento que en conjunto permiten acceder a los datos almacenados en una base de datos.
2. Se optó por el uso de Ublox NEO-6M GPS, etiquetas NFC NXP, sensor de pulso cardiaco, GSM/GPRS SIM 900 y Arduino Micro por ser elementos electrónicos asequibles y de tamaño reducido que los hace ideales para la implementación y portabilidad del prototipo.
3. Las etiquetas NFC NXP presenta un tiempo de respuesta de búsqueda de datos con conexión a Wi-Fi fue de 2.4 segundos y de 3 segundos cuando se usó red de datos móviles, demostrando así la eficiencia de la aplicación ante la búsqueda del código en la base de datos.
4. De las pruebas se determinó que el Ublox NEO-6M GPS presenta un error de 2 a 3 metros en el margen de ubicación de coordenadas, valor propio del sensor y que demuestra que el prototipo implementado no incorpora error adicional y que se encuentra acorde con dispositivos comerciales.
5. De las pruebas realizadas sobre la página web se obtuvo que el tiempo requerido para su acceso es de 2.6 segundos, valor similar en el tiempo empleado para el registro de datos de las personas encargada del cuidado.
6. De las pruebas realizadas sobre el sensor de pulso, se determinó que este presenta variación en sus lecturas de 1.5 puntos en relación con el equipo patrón, valor que es menor a los 10 puntos de margen permitidos en la lectura de estos parámetros, según reportan profesionales de la salud.
7. En la comprobación del tiempo de acceso a la información por miembros de la Policía es de 1.66 segundos, para los cuidadores el acceso a la información personal, ubicación y supervisión es de 2.15 segundos y para los administradores acceder al control y registro de nuevos usuarios el tiempo de acceso es 1.75 segundos.

8. Con respecto al consumo de energía que presenta el prototipo según las pruebas realizadas se obtuvo que la duración de la batería es de 14 horas y el tiempo que requiere para recargar la misma es de 4 horas y 30 minutos, determinando así la funcionalidad de la batería, haciendo que sea ideal para el propósito del prototipo implementado.

RECOMENDACIONES

1. Para futuras mejoras se recomienda realizar investigaciones, con base en el presente trabajo, que permitan miniaturizar el prototipo implementado.
2. Con el fin de mejorar las funcionalidades del prototipo implementado se sugiere el uso de sensores que permitan la medición de otras variables fisiológicas.
3. Se recomienda el uso de hosting y dominio de pago, para mayor seguridad e integridad de los datos almacenados.
4. Para mayor control de la ubicación del paciente se sugiere delimitar zonas en la programación del GPS.
5. Para mejorar la eficiencia energética del prototipo se sugiere el uso de paneles solares.

BIBLIOGRAFÍA

AAKVAAG, Niels & FREY, Jan-Erik. *Redes de sensores inalámbricos. Nuevas soluciones de interconexión para la automatización industrial.* Revista ABB, 2006, p.40.

ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. *Uso de ADOBE DREAMWEAVER CS5 y CS5.5.* California : Adobe Systems Incorporated, 2012, p.39. [Consulta: 10 Agosto 2017]. Disponible en: https://help.adobe.com/es_ES/dreamweaver/cs/using/dreamweaver_cs5_help.pdf

ALULEMA QUITAQUIS, Martha Elizabeth. *Estudio de la Comunicación con comandos AT y microcontroladores caso práctico implementación de un prototipo sistema de gestión de alarma para viviendas con monitoreo mediante telefonía celular.* [En línea] (Tesis) (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería Electrónica y Computación. Riobamba, Ecuador. 2010. [Consulta: 22 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/38T00174.pdf>.

ALVARADO, Jorge Alberto. *Sistema de Control de Acceso con RFID (Tesis)(Maestría) (Departamento de Ingeniería Eléctrica Sección de Computación).* Mexico, 2008, p. 8. Disponible en: <https://www.cs.cinvestav.mx/TesisGraduados/2008/tesisJorgeAlvarado.pdf>

ALZHEIMER'S ASSOCIATION. *Comportamientos.* [En línea]. Chicago. Alzheimer's Association National, 25 Mayo 2017. [Consulta: 10 Agosto 2017]. Disponible en: http://www.alz.org/espanol/signs_and_symptoms/comportamientos.asp.

ARANDA, Diego. *Electrónica - Plataformas Arduino y Raspberry Pi.* Buenos Aires-Argentina : Dalaga , 2014, pp.148, 149.

ARCHILLA CÓRDOBA, Diana Milena & SANTAMARÍA BULTRAGO, Frey Alfonso. "Estado del Arte de las redes de Sensores Inalámbricos". *Revista Digital TIA* [En línea], 2013, (Colombia), 2(1), pp. 6, 7 [Consulta: 15 Agosto 2017]. ISSN 2344-8288. Disponible en: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia/article/viewFile/4437/6856>

ARDUINO. [En línea] Arduino Micro. 2017. [Consulta: 29 Septiembre de 2017.] <https://store.arduino.cc/usa/arduino-micro>.

ARDUINO. [En línea] Intel Galileo. 2017. [Consulta: 29 Septiembre de 2017]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/ArduinoCertified/IntelGalileo>.

ASAMBLEA NACIONAL REPÚBLICA DEL ECUADOR. *En Ecuador más de 100 mil personas sufren de Alzheimer y otras demencias.* [En línea]. Ecuador: Sala de prensa, 24 Septiembre 2014. [Consulta: 10 Agosto 2017]. Disponible en: <http://www.asambleanacional.gob.ec/es/noticia/en-ecuador-mas-de-100-mil-personas-sufren-de-alzheimer-y>

ASOCIACIÓN ASPE CONTRA EL ALZHEIMER. [En línea] Qué es el Alzheimer, Junio de 2017. [Consulta: 18 Septiembre de 2017]. Disponible en: <https://alzheimeraspe.es/que-es-el-alzheimer/>.

BADIA LLACH, X.; LARA SURINACH, N.; ROSET GAMISANS, M. "Calidad de vida, tiempo de dedicación y carga percibida por el cuidador principal informal del enfermo de Alzheimer". *ELSEVIER*, vol. 34, n° 4 (2004), (España) pp. 53, 54

BY. *¿Qué es la tecnología NFC y qué usos tiene?* [En línea] Febrero de 2015. [Consulta: 20 Septiembre de 2017]. Disponible en: <https://www.by.com.es/blog/que-es-la-tecnologia-nfc-y-que-usos-tiene/>.

CACUANGO GUACHALÁ, Darwin Segundo & ZAPATA NARVÁEZ, Eduardo Javier. *Diseño e implementación de un sistema de control de acceso multinivel en base de receptores Near Field Communication (NFC) (Tesis Pregrado).* (Universidad Politécnica Salesiana). Quito-Ecuador, 2015, pp. 7, 27, 22. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10160>

CHAVARRÍA CHAVARRÍA, Daniel Antonio. *Tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) y sus aplicaciones. (Tesis Pregrado).* (Ciudad Universitaria Rodrigo Facio). San José-Costa Rica, 2011, pp. 40, 41. Disponible en: http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2011/pb2011_012.pdf

CISNEROS B., Andrés Santiago. *Tecnologías Inalámbricas.* Riobamba : ESPOCH, 2015. p. 3.

FIDEL ROMANO, Martín; et al. "Enfermedad de Alzheimer". *Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina* [En línea], 2007, (Argentina) (175) [Consulta: 10 Agosto 2017]. Disponible en: http://congreso.med.unne.edu.ar/revista/revista175/3_175.pdf

FAURE, Analía; et al. "Intel Galileo". Universidad Nacional del Nordeste [En línea], 2016, (Argentina) [Consulta: 11 Septiembre 2017]. ISSN 2451-7615. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/58222/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1

FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, Roberto; et al. Redes inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica. Rioja-España : Universidad de la Rioja, 2009, p. 19, 28.

FLORES, Esther. *Redes de Sensores Inalámbricas aplicado a la medicina (Trabajo de titulación)(MS)(Escuela de Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones)*. Cantabria: Universidad de Cantabria, [En línea], 2012. p. 3. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1288/349251.pdf?sequence=1>

FONG ESTRADA, Juana Adela; et al. "Evaluación psicológica en adultos mayores con factores de riesgo para la enfermedad de Alzheimer." [En línea], 2013, (Cuba) 17(12), pp. 9118, 9123 [Consulta: 30 de Agosto de 2017]. ISSN 1029-3019. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192013001200012&nrm=iso.

GARCÍA CARRASCO , Carlos Geovanny & LEON FLORES, Jonathan Alberto. Diseño e implementación de un sistema electrónico de supervisión e identificación vehicular con una comunicación inalámbrica. [En línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería Electrónica y Computación. Riobamba, Ecuador. 2017 [Consulta: 20 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6865/1/98T00144.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. [En línea] *Anuario de Nacimientos y Defunciones 2011*. [Consulta: 11 Agosto 2017]. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Nacimientos_Defunciones/Publicaciones/Anuario_Nacimientos_y_Defunciones_2011.pdf.

JABALERA RODRÍGUEZ, Manuel. *Modelo de comportamiento de personas desaparecidas con Alzheimer*. [En línea]. España: Profesionales en Sistemas de Información Geográfica, 17 Noviembre 2016. [Consulta: 15 Agosto 2017]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/esriespana/modelo-de-comportamiento-de-personas-desaparecidas-con-alzheimer>.

LARA TAPIA, Juan Carlos. *Conceptos básicos de telefonía celular*. (Monografía) (Pregrado). [En línea] Marzo de 2006. [Consulta: 23 Septiembre 2017]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10895/Conceptos%20telefonía%20celular.pdf?sequence=1>

LETHAM, Lawrence. *GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global*. Barcelona-España : Editorial Paidotribo, 2001, p. 5.

MAROTO CANTILLO, Sebastián Román. *Desarrollo de Aplicaciones Basadas en WSN. (Trabajo de titulación)(Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática)* Valencia : Universidad Politécnica de Valencia [En línea] Septiembre 2010. [Consulta: 1 Septiembre 2017]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8592/PFC%20-%20DESARROLLO%20DE%20APLICACIONES%20BASADAS%20EN%20WSN.pdf>.

MEDIAWIKI. *Facultad de Ingeniería.* [En línea] 3 Noviembre de 2016. [Consulta: 21 Septiembre 2017]. Disponible en: http://fia.unitec.edu/wiki/index.php?title=Archivo:Tipos_de_pulso.png

MICROLIFE. *Manual de Microlife BP 3AC1-1 PC.* [En línea] 2011. [Consulta: 15 Octubre 2017]. Disponible en: <https://www.microlife.es/WebTools/ProductDB/pdf/IB%20BP%203AC1-1%20PC%20VarA5%200911.pdf>

MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES Y SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN. *Telefonía: Ecuador tiene más de 14 millones de abonados al Servicio Móvil Avanzado.* [En línea] Junio 2016. [Consulta: 27 Septiembre 2017]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/telefonía-ecuador-tiene-mas-de-14-millones-de-abonados-al-servicio-movil-avanzado/>.

MONSÓ, Julià. *Sistemas de identificación y control automáticos (II).* Barcelona-España : Marcombo, 1994, p. 56.

MYSQL. *MySQL.* [En línea] 2017. [Consulta: 30 Septiembre 2017] Disponible en: <https://www.mysql.com/products/enterprise/>.

NXP. *NFC Near Field Communication.* [En línea] 2017. [Consulta: 25 Octubre 2017]. Disponible en: https://www.nxp.com/products/identification-and-security/nfc:MC_71110.

ORACLE. Oracle MySQL. [En línea] 2017. [Consulta: 30 Septiembre 2017.] Disponible en: <https://www.oracle.com/lad/mysql/index.html>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Organización Mundial de la Salud. *Demencia, datos y cifras.* [En línea] 5 Abril 2016. [Consulta: 1 Agosto 2017.] Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs362/es/>.

PARRILLA, Alejandro. *Datos y cifras del alzhéimer que no se deben olvidar.* EFE: SALUD [En línea] 19 de Septiembre de 2014. [Consulta: 15 Julio 2017]. Disponible en: <http://www.efesalud.com/datos-alzheimer-afectados-olvidar/>

POZO-RUZ, A. et al. "Sistema de posicionamiento global (GPS): descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro". *E.T.S. Ingenieros de Telecomunicación. Universidad de Málaga* [En línea], 2010, (España) 23, p.2. [Consulta: 25 Septiembre 2017]. ISSN 0300-3787. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=132125>

PULSE SENSOR. Pulse Sensor Getting Advanced. [En línea] 2017. [Consulta: 20 Octubre 2017.] Disponible en: <https://pulsesensor.com/pages/getting-advanced>.

RAFAEL CORREA DELGADO, EX PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. *Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017*. s.l. : Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013.

RASPBERRY PI FOUNDATION. Raspberry Pi. [En línea] 2012. [Consulta: 29 Septiembre 2017]. Disponible en: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>.

RASPBERRY PI WIKI. Placa de expansión de batería de litio RPi. [En línea] 2017. [Consulta: 26 Octubre 2017]. Disponible en: http://www.raspberrypiwiki.com/index.php/RPI_Lithium_Battery_Expansion_Board_SKU:435230.

MORENO, Ángel Toledo. "Repercusión de la enfermedad de Alzheimer en el núcleo familiar". *Revista Electrónica de Psicología Social «Poiésis»* [En línea], 2008. (Colombia) (16). [Consulta: 5 Agosto 2017]. ISSN 1692-0945. Disponible en: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/poiesis/article/view/248/237>

REY, Eugenio. *Telecomunicaciones móviles*. 2ª ed. Barcelona-España : Marcombo,, 1998. pp. 44, 45.

RIBADENEIRA RAMÍREZ, Jefferson Alexander. *Introducción a Sistemas Móviles Celulares*. Riobamba : ESPOCH, Febrero 2016. p. 2, 11.

RODRÍGUEZ GÁMEZ, Orlando et al. "Telefonía móvil celular: origen, evolución, perspectivas". *Ciencias Holguín* [En línea], 2010, (Cuba) 11(1), pp. 4, 5, 6 [Consulta: 27 de Septiembre de 2017.] <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/299/173>.

IHAKA, Ross. Aprenda a usar R. [En línea] 2017. [Consulta: 26 Octubre 2017]. Disponible en: <http://www.tutorialr.es/es/index.html>.

SIM Com. SIM 900 AT Commands Set. [En línea] 2010. [Consulta: 27 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://www.14core.com/wp-content/uploads/2015/12/AT-Command-Set-Datasheet.pdf>.

SIMCom. Sim 900 Hardware Design . [En línea] 2010. [Consulta: 18 de Octubre de 2017]. Disponible en: https://www.electfreaks.com/estore/download/EF03072-SIM900_Hardware%20Design_V2.00.pdf.

SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL: Sistema GLONASS. [En línea]. Sistemas de Posicionamiento Global: Sistema GLONASS. Santiago del Estero : Universidad Nacional de Santiago del Estero [Consulta: 30 Septiembre 2017]. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-4-GLONASS-Reuter.PDF>.

SMARTCARD SYSTEMS S.A. Tarjetas de PVC Credenciales ID. [En línea] 2017. [Citado el: 25 Agosto 2017]. Disponible en: <http://www.scssa.com.ar/tarjetas-inteligentes.htm>.

SMELTZER, Suzanne C & BARE, Brenda G. *Enfermería Medicoquirúrgica de Brunner y Suddarth.* [trad.] Claudia Cervera, Ignacio Sánchez y Esteban Fraga. Séptima. Philadelphia : Nueva Editorial Interamericana, 1994. Vols. I . ISBN 0-397-54797-8.

TAPIA, Dante I, et al. *Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones.* Salamanca : Universidad de Salamanca, 2007. p.7.

TINTÍN DURÁN, Edison Ismael. Diseño y elaboración de un Prototipo de monitor de signos vitales aplicando métodos no invasivos con comunicación de datos a dispositivos móviles. [En línea] (Tesis) (Pregrado) (*Ing. Electrónico*) (*Carrera de Ingeniería Electrónica*). Cuenca : UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA Sede Cuenca, 2015, p. 8, 14. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7982/1/UPS-CT004847.pdf>.

TOLOSA BORJA, César & GIZ BUENO, Álvaro. *Sistemas Biométricos.* Albacete : Universidad de Castilla-La Mancha, 2008. p. 17, 21, 22.

U-Blox. NEO-6 u-blox 6 GPS Modules Data Sheet. [En línea] 2017. [Consulta: 16 Octubre 2017]. Disponible en: [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_\(GPS.G6-HW-09005\).pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005).pdf).

URMC. *Health Encyclopedia.* [En línea] University of Rochester Medical Center Rochester, NY, 2017. [Consulta: 20 Septiembre 2017]. Disponible en: <https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?ContentTypeID=85&ContentID=P03963>.

VACAS AGUILAR, Francisco. "Telefonía móvil: la cuarta ventana". *ZER - Revista de Estudios de Comunicación*. [En línea], 2007, (País Vasco) 22(47), p. 205. [Consulta: 28 Septiembre 2017]. ISSN 1137-1102. Disponible en: <http://www.ehu.eus/ojs/index.php/Zer/article/view/3656/3288>.

ZALAMEA, Daniela. Alzheimer, A nivel global. Quito : Universidad San Francisco de Quito, 2012. p. 10, 12.