



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

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE
GEORREFERENCIACIÓN MEDIANTE LA TECNOLOGÍA
GPS/GSM PARA PERSONAS VULNERABLES.

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y
REDES

AUTOR: CARLOS ALFREDO CHAMBA SALAVARRÍA
TUTORA: ING. MÓNICA ANDREA ZABALA HARO

Riobamba – Ecuador

2017

©2017, Carlos Alfredo Chamba Salavarría

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 EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES
Y REDES

El Tribunal del Proyecto de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE GEORREFERENCIACIÓN MEDIANTE LA TECNOLOGÍA GPS/GSM PARA PERSONAS VULNERABLES, de responsabilidad del Señor Carlos Alfredo Chamba Salavarría, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Proyecto de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Washington Luna E. DECANO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Franklin Moreno M. DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES	_____	_____
Ing. Mónica Zabala H. DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
Ing. Edwin Altamirano S. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____

Yo, Carlos Alfredo Chamba Salavarría soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual del Proyecto de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Carlos Alfredo Chamba Salavarría

172124735-9

DEDICATORIA

A mi familia, principalmente a mis padres Vicente y Delfida por el gran apoyo y motivación que me dieron a lo largo de este camino, demostrándome que siempre puedo contar con ellos incondicionalmente y especialmente a mi novia Ana que siempre estaba ahí, compartiendo los buenos y malos momentos.

Carlos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi familia, por su comprensión y apoyo a lo largo de toda mi vida, a todos aquellos que han aportado en mi formación académica y personal de una u otra manera, a mi tutora Ing. Mónica Zabala, Ing. Daniel Haro e Ing. Edwin Altamirano por sus consejos y guías en mi desarrollo profesional, muchas gracias a todos.

Carlos.

TABLA DE CONTENIDOS

	Páginas
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO	20
1.1. Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).....	20
1.1.1. Segmentos del GPS.....	20
1.1.1.1. Segmento Espacial.....	20
1.1.1.2. Segmento de Control.....	21
1.1.1.3. Segmento de Usuario	21
1.1.2. Funcionamiento del GPS	22
1.1.3. Receptores GPS	22
1.1.4. Fuentes de error del GPS	23
1.2. Tecnología GSM.....	25
1.2.1. Arquitectura Red GSM	25
1.2.2. Subsistema Estación Base (BSS)	27
1.2.3. BSC (Base Station Controller)	27
1.2.4. Subsistema de Red (NSS)	27
1.2.5. Tarjeta SIM.....	28
1.3. Arduino.....	28
1.3.1. Arduino Uno	29
1.3.1.1. Estructura.....	29
1.3.1.2. Entrada/Salida.....	30
1.3.1.3. Pines Especiales.....	30
1.3.1.4. Reloj	31
1.3.1.5. Conexión USB	31

1.3.1.6.	Administración de Energía.....	31
1.3.1.7.	Memoria y comunicación.....	31
1.4.	SIM808 V3.1	31
1.4.1.	Especificaciones	33
1.4.2.	Compatibilidad	33
1.4.3.	Características GSM	33
1.4.4.	Características GPS.....	33
1.5.	Comandos AT	34
1.5.1.	Notación Comandos AT	34
1.5.2.	Ejemplos de Comandos AT	35
1.6.	Teléfono Móvil de Alta Gama	35
1.7.	MIT App Inventor.....	36
1.7.1.	Editor de Bloques.....	37
1.7.2.	Eventos	37
1.7.3.	Propiedades.....	38
1.7.4.	Componentes	38
1.8.	Proteus VSM.....	39
1.8.1.	Captura Esquemático ISIS	39
1.8.2.	Layout de ARES PCB.....	40
1.8.3.	Prospice	40
1.8.4.	VSM	41

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	42
2.1.	Evaluación Placas Arduino	42
2.1.1.	Comparativa entre placas Arduino	43
2.2.	Evaluación Placas GPS/GSM	45
2.3.	Situación Actual de personas extraviadas.	47
2.4.	Muestra Poblacional	49
2.5.	Diseño del Prototipo de Georreferenciación con tecnología GPS/GSM.....	49
2.6.	Implementación del Prototipo de Georreferenciación con tecnología GPS/GSM	49
2.6.1.	Conexión Shield SIM 808 con Placa Arduino Uno.....	49
2.6.2.	Conexión SIM 808, Antena GPS y Arduino	50

2.6.3.	Diseño de Reducción de Placa de Control	50
2.6.4.	Conexión SIM 808, Antena GPS y Placa de Control	52
2.7.	Configuración SIM 808 para SMS	53
2.8.	Configuración SIM 808 para GPS	53
2.9.	Configuración Arduino Uno GPS/GSM.....	54
2.9.1.	Programación Arduino Uno	54
2.10.	Diseño de la Aplicación para Android	55
2.10.1.	Programación de la Aplicación Android	56

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
3.1.	Resultados de la Encuesta	59
3.2.	Lectura de Datos	69
3.3.	Análisis y Tabla de Resultados	71
3.3.1.	Ubicación de puntos en la ciudad de Riobamba.....	72
3.3.2.	Tabla de puntos seleccionados	72
3.3.3.	Tabla de resultados obtenidos del prototipo	74
3.4.	Resultados de envío de coordenadas del prototipo hacia a la aplicación del Smartphone y visualización de la ubicación en Google Maps.....	75

CAPÍTULO IV

4.	MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO Y LA APLICACIÓN GPS/GSM.	76
4.1.	Uso del Prototipo de Georreferenciación GPS/GSM.	76
4.2.	Uso de la aplicación en el Smartphone	77
4.2.1.	Abrir Aplicación	77
4.2.2.	Botón Buscar	77
4.2.3.	Ingreso de Coordenadas	79
4.2.4.	Botón Ver en Google Maps	79
4.2.5.	Botón Ver la Ruta	80
4.2.6.	Botón Nuevas Coordenadas	81
	CONCLUSIONES.....	83
	RECOMENDACIONES.....	84
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1-1 Comandos AT	35
Tabla 1-2 Escala cuantitativa tarjetas Arduino	43
Tabla 2-2 Escala cualitativa para Tarjetas Arduino	43
Tabla 3-2 Características de placas Arduino	43
Tabla 4-2 Valoración de las características para tarjetas Arduino	44
Tabla 5-2 Resultados del análisis de características	44
Tabla 6-2 Tabla comparativa GPS/GSM	45
Tabla 7-2 Tabla Cuantitativa GPS/GSM	46
Tabla 8-2 Resultados del análisis de características	46
Tabla 1-3 Seleccione Su edad.....	59
Tabla 2-3 Escoja su género	60
Tabla 3-3 ¿Le gustaría que existiera un dispositivo de rastreo para conocer	60
Tabla 4-3 ¿Sabe utilizar un Smartphone?	61
Tabla 5-3 ¿Sabe que es un dispositivo GPS/GSM?	62
Tabla 6-3 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el dispositivo GPS/GSM?.....	62
Tabla 7-3 ¿Cree usted que un Smartphone es útil en la actualidad?	63
Tabla 8-3 Los GPS son dispositivos muy útiles	64
Tabla 9-3 Los GPS son fáciles de usar	65
Tabla 10-3 El precio de un GPS es accesible	66
Tabla 11-3 El GPS es un dispositivo ideal para personas con mala orientación	67
Tabla 12-3 ¿Cree usted que utilizando el dispositivo GPS/GSM ayudara a	68
Tabla 13-3 Datos referenciales de los puntos de Riobamba	73
Tabla 14-3 Datos obtenidos del prototipo de georreferenciación GPS/GSM.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1-1 Constelación GPS	20
Figura 2-1 Estaciones de Seguimiento	21
Figura 3-1 Cuatro satélites calculando las dimensiones	21
Figura 4-1 Triangulación para hallar la posición del GPS	22
Figura 5-1 Disponibilidad Selectiva y Anti Spoofing.....	23
Figura 6-1 Propagación en la Atmósfera.....	23
Figura 7-1 Propagación Multicamino.....	24
Figura 8-1 Error de Efemérides.....	24
Figura 9-1 Dilución de la Precisión.....	24
Figura 10-1 Arquitectura GSM	26
Figura 11-1 Estructura placa Arduino Uno	29
Figura 12-1 SIM808 V3.1	32
Figura 13-1 Dimensiones del SIM808 V3.1.....	32
Figura 14-1 Distribución de SIM808 V3.1.....	32
Figura 15-1 Herramienta de Diseño	36
Figura 16-1 Editor de Bloques	37
Figura 17-1 Panel de Proteus	40
Figura 1-2 Denuncias por Provincia.....	47
Figura 2-2 Denuncias por Estado Actual.....	47
Figura 3-2 Denuncias por Genero	48
Figura 4-2 Porcentajes por Edades	48
Figura 5-2 Porcentajes por Sexo y Edades	48
Figura 6-2 Componentes del Prototipo GPS/GSM.....	49
Figura 7-2 Conexión SIM 808 y Arduino Uno.....	50
Figura 8-2 Conexión SIM 808, Antena GPS y Arduino Uno	50
Figura 9-2 Diagrama pictórico de la placa de Control.....	51
Figura 10-2 Diagrama Esquemático de la placa de Control	51
Figura 11-2 Diseño de la placa de Control en 3D.....	52
Figura 12-2 Implementación de la placa de Control.....	52
Figura 13-2 Conexión SIM808, Antena GPS y Placa de Control	52
Figura 14-2 Configuración por defecto SSCOM3.2.....	53
Figura 15-2 Configuración SSCOM3.2 para GPS.....	54
Figura 16-2 Compilación del Programa GPS/GSM	55
Figura 17-2 Logo de la Aplicación.....	55

Figura 18-2 Diseño Aplicación GPS/GSM	56
Figura 19-2 Programación del botón Buscar	56
Figura 20-2 Programación para recibir SMS	57
Figura 21-2 Creación de variables Latitud y Longitud	57
Figura 22-2 Programación de LocationSensor	57
Figura 23-2 Programación del botón BGooglemaps	57
Figura 24-2 Programación del botón BRuta	58
Figura 25-2 Programación del botón BNuevasCoordenadas	58
Figura 1-3 Sin Tarjeta SIM	70
Figura 2-3 Con Tarjeta SIM	70
Figura 3-3 Obtención de coordenadas Shield SIM 808	70
Figura 4-3 Envío de Coordenadas al Smartphone	71
Figura 5-3 SMS Recibido con las Coordenadas	71
Figura 6-3 Ubicación de los puntos	72
Figura 1-4 Interruptor para prender el prototipo	76
Figura 2-4 Interruptor de inicio SIM 808	76
Figura 3-4 Abrir Aplicación	77
Figura 4-4 Presionando el botón Buscar	78
Figura 5-4 Coordenadas Recibidas	78
Figura 6-4 Ingresando las Coordenadas Recibidas	79
Figura 7-4 Presionando el botón Ver en Google Maps	79
Figura 8-4 Ubicación en Google Maps	80
Figura 9-4 Presionando el botón Ver la Ruta	80
Figura 10-4 Ruta hacia la ubicación de la persona vulnerable	81
Figura 11-4 Presionando el botón Nuevas Coordenadas	81
Figura 12-4 Ventanas de ingresar coordenadas limpias	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 1-2 Porcentajes para la elección de Arduino.....	45
Gráfico 2-2 Porcentajes para la elección del GPS/GSM.....	46
Gráfico 1-3 Porcentaje Tabla 1-3	59
Gráfico 2-3 Porcentaje Tabla 2-3	60
Gráfico 3-3 Porcentaje Tabla 3-3	61
Gráfico 4-3 Porcentaje Tabla 4-3	61
Gráfico 5-3 Porcentaje Tabla 5-3	62
Gráfico 6-3 Porcentaje Tabla 6-3	63
Gráfico 7-3 Porcentaje Tabla 7-3	64
Gráfico 8-3 Porcentaje Tabla 8-3	65
Gráfico 9-3 Porcentaje Tabla 9-3	66
Gráfico 10-3 Porcentaje Tabla 10-3	67
Gráfico 11-3 Porcentaje Tabla 11-3	68
Gráfico 12-3 Porcentaje Tabla 12-3	69

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Coordenadas Sitio 1 Parque Sesquicentenario

ANEXO B: Coordenadas Sitio 2 Supermaxi

ANEXO C: Coordenadas Sitio 3 Terminal Terrestre

ANEXO D: Coordenadas Sitio 4 Paseo Shopping

ANEXO E: Coordenadas Sitio 5 Parque Guayaquil

ANEXO F: Coordenadas Sitio 6 Estación del Ferrocarril

ANEXO G: Coordenadas Sitio 7 Mercado la Condamine

ANEXO H: Coordenadas Sitio 8 Parque Sucre

ANEXO I: Coordenadas Sitio 9 Mercado La Merced

ANEXO J: Coordenadas Sitio 10 Parque Maldonado

ANEXO K: Coordenadas Sitio A Mercado San Alfonso

ANEXO L: Coordenadas Sitio B Parque La Libertad

ANEXO M: Programación Arduino

ANEXO N: Programación en bloques de la APP GPS/GSM

ANEXO O: Encuesta

ANEXO P: Datasheet SIM808

ANEXO Q: Datasheet Arduino Uno

RESUMEN

Se implementó un prototipo de sistema de georreferenciación mediante la tecnología GPS/GSM para personas vulnerables en la Ciudad de Riobamba. El sistema está conformado por hardware y software que es el encargado de recibir las coordenadas GPS de la ubicación en la que se encuentre la persona vulnerable y enviarlas a través de la red celular a un Smartphone. Los dispositivos hardware están implementados por un Arduino Uno el cual sirvió para programar el chip ATMEGA328P y una Shield SIM808 GPS/GSM al cual se le conectó una antena GPS para mejorar la recepción de las coordenadas y un chip de la operadora movistar para el uso de la red y a este ShieldSIM808, se le agregó una batería de celular para facilitar la movilidad del dispositivo, este es el encargado de enviar las coordenadas (longitud y latitud) a través de mensajes de texto al Smartphone. El receptor (Smartphone) utiliza un software APP para Android, que fue creado específicamente para ubicar la posición en Google Maps para tener una mejor referencia de la ubicación y que la persona que manipula el software no tenga inconvenientes a la hora de localizar su posición. El porcentaje de personas extraviadas al movilizarse en Riobamba es del 2%, el 68,8% de la población quiere que exista un dispositivo GPS/GSM. Se obtuvo coordenadas en 12 lugares específicos dentro de la ciudad de Riobamba, para obtener la posición de la persona vulnerable. Se determinó que las coordenadas obtenidas por el prototipo se encuentran en un rango aceptable de precisión, respecto a las coordenadas reales de cada sitio, ya que la antena ofrece una precisión de 2.5 metros. Se recomienda utilizar la Shield SIM 808 y la antena GPS, en lugares abiertos pues son susceptibles a interferencias o demoras en la recepción de la señal satelital. En caso de exigir precisión por parte del dispositivo en el orden de los centímetros, se puede aplicar técnicas de diferenciación de GPS o a su vez utilizar receptores de alta precisión.

Palabras Clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TECNOLOGÍA DE LAS COMUNICACIONES>, <SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)>, <SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES (GSM)>, <ARDUINO UNO>, <SHIELD SIM808>, <ANTENA GPS>, <COORDENADAS DE POSICIONAMIENTO>, <SMARTPHONE>

SUMMARY

A prototype of geo-referencing system was implemented through the GPS/GSM technology to the vulnerable persons in Riobamba city. The system is made up of hardware and software which is in charge to receive the GPS coordinates of the location where the vulnerable person is and send them through of the cellular network to a Smartphone. The hardware gadgets are implemented by an Arduino Uno which was used for programming the ATMEGA328P chip and a Shield SIM808 GPS/GSM where the GPS antenna was connected to improve the coordinates reception and a Movistar operator chip to the network use, and a cell phone battery was added to the Shield SIM808 in order to facilitate the gadget mobility, so it is in charge to send the coordinates (latitude and longitude) through the text messages to the Smartphone. The receptor (Smartphone) use an APP software to Android that was created specifically to locate the position in Google Maps in order to get a better location reference, and the person who handles that software do not get difficulties at time to locate the position. The percentages of the lost persons in Riobamba when they have mobilized is the 2 %, and the 68.8 % of the population wants to have a GPS/GSM device. The coordinates were got in 12 specific places into the Riobamba city to get the position of the vulnerable person. It determined that the coordinates got by the prototype are in an acceptable degree of precision in regard to the real coordinates from each site due to the antenna offers a 2.5 meters of precision. This study recommended the use of Shield SIM 808 and the GPS antenna in outdoor places because they are susceptible to the interferences or delay in reception of the satellite signal. In case of demanding precision by the device in the order of the centimeters, we can apply techniques of differential GPS or in turn use high precision receives.

Key words: <THECNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <COMMUNICATIONS THECNOLOGY>, <GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)>, <GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATION>, <ARDUINO UNO>, <SHIELD SIM808>, <GPS ANTHENNA>, <POSITIONING COORDINATES>

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se ha convertido en una de las tecnologías más usadas en la actualidad por proporcionar mayor precisión y ofrecer una gama muy grande de aplicaciones en diferentes plataformas, las telecomunicaciones también han producido un notable desarrollo de los servicios de comunicación, dando como resultado un incremento a gran escala de las estaciones o bases transmisoras o repetidoras de los servicios de sistemas de telefonía móvil.

En el presente documento se realiza un prototipo de georreferenciación con tecnología GPS/GSM teniendo en cuenta el crecimiento de la población de Riobamba lo cual obliga a investigar e implementar nuevos sistemas de movilización segura para personas vulnerables (niños, discapacitados y ancianos) para mejorar la calidad de vida de las mismas.

La ciudad de Riobamba cuenta con distintos lugares donde hay bastante concurrencia de personas y en algunos casos por descuido o por la misma aglomeración de personas se extravían personas vulnerables siendo estas las más indefensas.

En orden de ejecutar y verificar el funcionamiento del prototipo se han escogido 12 lugares dentro de la ciudad de Riobamba en los cuales existe gran concurrencia de personas, las mismas que serán visualizadas en un Smartphone a través de la aplicación android (que fue creada en MIT APP INVENTOR) para ver la ubicación de las personas vulnerables y la persona que utiliza la aplicación no tenga inconvenientes al momento de usarlo.

Antecedentes

Con el origen de los sistemas de comunicaciones y los avances a lo largo de estos años se han desarrollado diferentes tipos de tecnologías de comunicaciones, las redes se han convertido en híbridas, necesitando la posibilidad de compartir información y los diferentes recursos como computadoras, teléfonos, automóviles entre otros dispositivos. Llegando a la convergencia de los servicios de comunicación.

Actualmente con todos los servicios y recursos que necesitan ser compartidos dentro de una red, las herramientas han implementado nuevas características como la utilización de mensajes, llamadas, posicionamiento satelital, internet. Un aspecto muy importante es la seguridad y calidad con la que se deben manejar los recursos, contando con varias formas de autenticación los cuales dependen del entorno de red y su administración principalmente.

En Ecuador, la mayoría de las personas poseen un celular inteligente y estas a su vez han sido beneficiadas por las diferentes aplicaciones.

Para la sociedad actual, el saber la ubicación de la persona vulnerable disminuye la preocupación e incertidumbre a causa del desconocimiento de la misma, por lo que esto genera estabilidad familiar mejorando la calidad de vida de las personas.

Justificación

La presente investigación se enfoca en la implementación de un sistema de georreferenciación para personas vulnerables los mismos que a través del uso del prototipo podrán ser ubicados. En este proyecto se considera a los niños, discapacitados y a los ancianos como personas vulnerables. Actualmente, los dispositivos de localización que se ofertan en el mercado tienen un alto costo y el dispositivo de georreferenciación a crear contaría con un hardware y software necesario para su funcionamiento. El presente proyecto propone aprovechamientos como el rastreo de personas mediante la tecnología GPS/GSM con el fin de brindar un servicio de seguridad eficiente, innovador, de menor costo y alternativo a los existentes.

Este propósito contempla el uso de un dispositivo georreferencial que tenga la persona a rastrear, este dispositivo contará con la tecnología GPS (Sistema de Posicionamiento Global) que permitirá la obtención de las coordenadas de la persona, y un sistema de discernimiento entre las tecnologías GSM (Sistema Global de Comunicaciones Móviles) para el envío posterior de la información de manera automática y predefinida a un receptor, haciendo uso de la tecnología más adecuada de acuerdo a las condiciones de cobertura de la red GSM a utilizar, que será la tecnología usada por defecto. Esto se debe a que el uso de la tecnología GSM contempla un costo económico mucho menor comparado con otras tecnológicas.

La implementación del prototipo de sistema de georreferenciación está basada fundamentalmente para personas vulnerables, y su aplicación se ejecuta en la ciudad de Riobamba.

Tratando de dar fácilmente con la ubicación de familiares o la persona de interés que no pueden retornar a sus hogares por los diferentes factores ya sean por desconocimiento o problemas de salud ya sean de carácter físico o psicológico. Permitiendo tener información de la ubicación de las personas que utilicen este prototipo sin necesidad de contratar servicios y planes costosos de internet o cualquier otra tecnología, optimizando así recursos tecnológicos como los celulares inteligentes y reutilizar la tecnología que no se está utilizando en la actualidad, obteniendo costos más accesibles.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un prototipo de sistema de georreferenciación mediante la tecnología GPS/GSM para personas vulnerables en la Ciudad de Riobamba.

Objetivos Específicos

- Estudiar la operación de protocolos y herramientas que permiten la comunicación entre la tecnología GPS/GSM.
- Analizar la situación actual de las personas extraviadas en la ciudad de Riobamba.
- Diseñar el prototipo propuesto de sistema de georreferenciación para que se adapte a personas vulnerables.
- Implementar el prototipo de sistema de georreferenciación.
- Realizar pruebas de envío de datos del prototipo de sistema de georreferenciación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)

GPS es un sistema de navegación que permite determinar la posición las 24 horas del día en cualquier parte del mundo que fue desarrollado y operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos teniendo como objetivo la determinación de coordenadas espaciales con fines militares.

El sistema GPS determina: latitud, longitud, altitud, velocidad entre otros valores. (Letham, 2001, p.5).

1.1.1. Segmentos del GPS

1.1.1.1. Segmento Espacial

El segmento espacial consiste en una constelación formada por 24 satélites operativos que orbitan la tierra en 12 horas y transmiten señales unidireccionales que proporcionan la posición y hora de cada satélite del GPS, y posee:

- 24 satélites en 6 planos orbitales
- 4 satélites en cada plano
- 20200km de altura
- 60 grados de inclinación

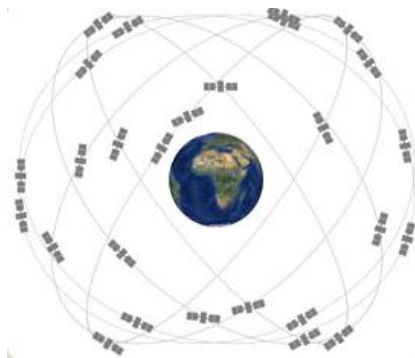


Figura 1-1 Constelación GPS

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

1.1.1.2. Segmento de Control

El segmento de control está formado por estaciones de seguimiento y control distribuidas por todo el mundo a fin de mantener los satélites en la órbita apropiada mediante maniobras de mando y ajustar los relojes satelitales. Las estaciones también realizan el seguimiento de los satélites de GPS cargan información de navegación actualizada y garantizan el funcionamiento adecuado de la constelación de satélites.

El centro de control maestro de GPS se localiza en la base aérea Falcón, en Colorado (EEUU), en el cuál técnicos especializados se encargan de corregir la información recibida por las estaciones de seguimiento en cuanto a posición y tiempo se refiere de toda la constelación.

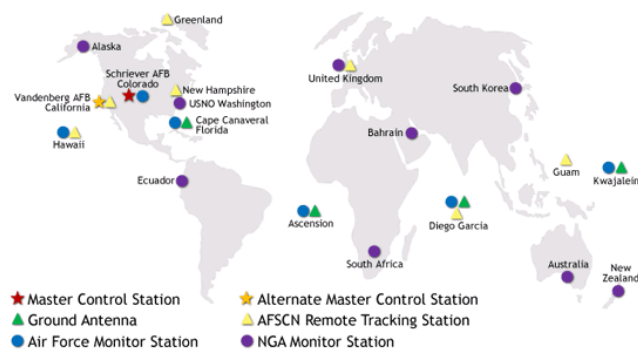


Figura 2-1 Estaciones de Seguimiento

Fuente: <http://www.gps.gov/systems/gps/control>

1.1.1.3. Segmento de Usuario

El segmento de usuario consiste en el equipo receptor del GPS que recibe las señales de los satélites del GPS y las procesa para calcular la posición tridimensional y la hora precisa.

Es necesario de cuatro satélites para determinar las tres dimensiones de X, Y, Z (posición) y la hora. Los receptores GPS se utilizan para la navegación, posicionamiento, difusión tiempo, y otras investigaciones. (GPS.GOV, 2016)

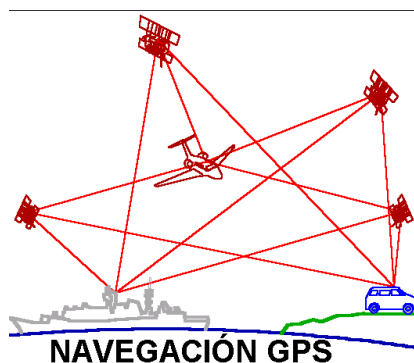


Figura 3-1 Cuatro satélites calculando las dimensiones

Fuente: <http://www.alsitel.com/tecnico/gps/sistema.htm>

1.1.2. *Funcionamiento del GPS*

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el planeta Tierra, a 20 200 km de altura, sus trayectorias son sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Para determinar la posición, el receptor localiza automáticamente mínimo tres satélites de la red, de los que recibe señales de identificación y la hora del reloj. Con estas señales, el dispositivo sincroniza el reloj del GPS y procede a calcular el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y así mide la distancia al satélite con el método de trilateración inversa, el que determinar la distancia de cada satélite al punto de medición. Sabiendo las distancias, se determina la posición respecto a los satélites. Conociendo además las coordenadas de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene las coordenadas reales del punto de medición. (Letham, 2001, p.12).

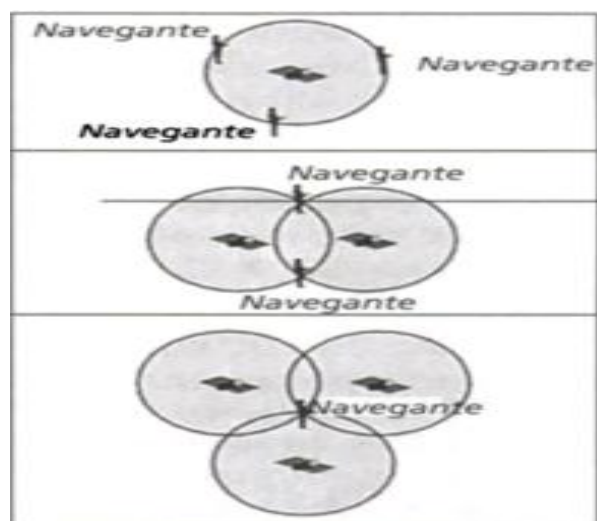


Figura 4-1 Triangulación para hallar la posición del GPS

Fuente: L. Letham, 2001, GPS Fácil

1.1.3. *Receptores GPS*

Existen tres tipos de receptores GPS:

- **Receptores mono canal.** Posee un solo canal de radio y por eso se engancha un satélite a la vez.
- **Receptores multicanal.** Está conformado por 4 canales, que se usan para sincronizar con las emisiones de otros satélites en forma simultánea.
- **Receptores multiplexados.** Posee un único canal físico sobre el cual montan varios canales lógicos mediante software, con los que se pueden sincronizar datos de todos los satélites visibles en un tiempo no máximo a los 20 milisegundos.

El receptor GPS tiene dos estados cuando un usuario entra en funcionamiento los cuales son:

- **Perdido.** El satélite memoriza los datos que estuvo en funcionamiento la última vez y tienen una fecha muy antigua. El receptor busca al satélite que le ofrezca una mejor relación señal a ruido y demodula su mensaje de navegación, consiguiendo de esta forma el almanaque y la referencia temporal. Esto puede llevar varios minutos.
- **Memorizado.** El receptor comprueba que los datos que tenía almacenados en memoria son válidos y utiliza los mismos satélites que la última vez que fue empleado.

1.1.4. Fuentes de error del GPS

Disponibilidad Selectiva: Causada por contaminación de las señales de telemetría que usan los usuarios no privilegiados y sirviendo como mecanismo de defensa ante los elementos que no son autorizados para usar el GPS, supone una degradación de la precisión de entre 30 y 100 metros.

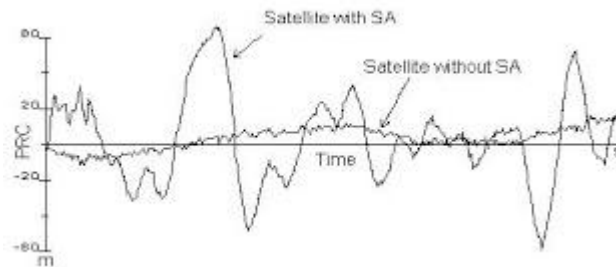


Figura 5-1 Disponibilidad Selectiva y Anti Spoofing

Fuente: <http://detopografia.blogspot.com/2012/11/principales-fuentes-de-error-en-gps-ii.html>

Retardo de propagación en la atmósfera. Una señal GPS cruza un gran número de capas no homogéneas de la atmósfera, causando retardos adicionales a la sincronización: la ionosfera está compuesta de partículas cargadas y su distribución en tamaño y densidad de carga es variable en relación de la radiación solar, las fluctuaciones del campo magnético terrestre y otros factores.

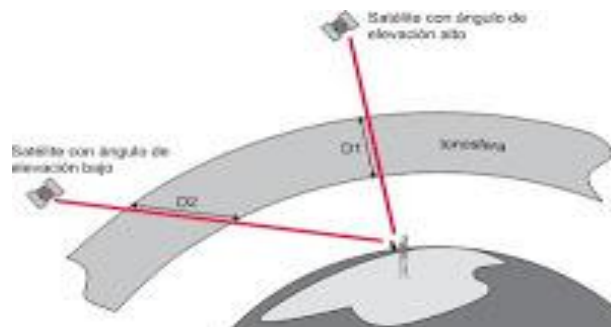


Figura 6-1 Propagación en la Atmósfera

Fuente: <http://detopografia.blogspot.com/2012/11/principales-fuentes-de-error-en-gps-i.html>

Propagación multicamino. Errores debidos a la reflexión de las señales en diversos obstáculos cercanos al receptor. La suma de las señales directa y reflejada degrada la señal digital, lo cual obliga a la utilización de sistemas de corrección de errores.

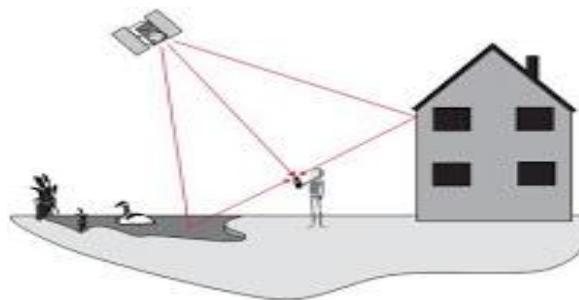


Figura 7-1 Propagación Multicamino

Fuente: <http://detopografia.blogspot.com/2012/11/principales-fuentes-de-error-en-gps-i.html>

Errores de efemérides. Las posiciones orbitales teóricas de los satélites pueden variar con el tiempo. Estos errores se denominan "errores de efemérides", y se solucionan monitorizando constantemente cada satélite, existen varios algoritmos basados en datos experimentales, cuyos coeficientes se transmiten a través del mensaje de navegación para que el receptor pueda utilizarlos.

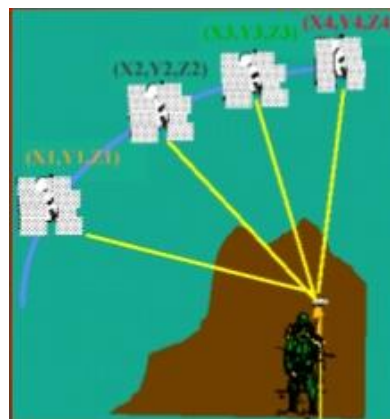


Figura 8-1 Error de Efemérides

Fuente: <http://es.slideshare.net/2014199624/gps-geomatica>

Atenuación de precisión debida a posición. Estos errores se deben a la propia posición de los satélites: si el receptor sintoniza satélites cercanos entre sí, las esferas interferentes de las que hemos hablado se intersecan en ángulos muy agudos, lo cual hace aumentar el área de error de posición. (Uvidia y Estrada, 2015: pp.18-19)



Figura 9-1 Dilución de la Precisión

Fuente: <http://detopografia.blogspot.com/2012/11/principales-fuentes-de-error-en-gps-ii.html>

1.2. Tecnología GSM

La red GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) es, a comienzos del siglo XXI, el estándar más usado de Europa. Se denomina estándar "de segunda generación" (2G) porque, a diferencia de la primera generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo completamente digital.

En 1982, cuando fue estandarizado por primera vez, fue denominado "Groupe Spécial Mobile" y en 1991 se convirtió en un estándar internacional llamado "Sistema Global de Comunicaciones Móviles".

En Europa, el estándar GSM usa las bandas de frecuencia de 900MHz y 1800 MHz. Sin embargo, en los Estados Unidos se usa la banda de frecuencia de 1900 MHz. Por esa razón, los teléfonos portátiles que funcionan tanto en Europa como en los Estados Unidos se llaman tribanda y aquellos que funcionan sólo en Europa se denominan bibanda.

El estándar GSM permite un rendimiento máximo de 9,6 kbps, que permite transmisiones de voz y de datos digitales de volumen bajo, por ejemplo, mensajes de texto (SMS, Servicio de mensajes cortos) o mensajes multimedia (MMS, Servicio de mensajes multimedia). (CCM.NET, 2008)

1.2.1. Arquitectura Red GSM

En una red GSM, la terminal del usuario se llama estación móvil. Una estación móvil está constituida por una tarjeta SIM (Módulo de identificación de abonado), que permite identificar de manera única al usuario y a la terminal móvil, o sea, al dispositivo del usuario (normalmente un teléfono portátil).

Las terminales (dispositivos) se identifican por medio de un número único de identificación de 15 dígitos denominado IMEI (Identificador internacional de equipos móviles). Cada tarjeta SIM posee un número de identificación único (y secreto) denominado IMSI (Identificador internacional de abonados móviles). Este código se puede proteger con una clave de 4 dígitos llamada código PIN.

Por lo tanto, la tarjeta SIM permite identificar a cada usuario independientemente de la terminal utilizada durante la comunicación con la estación base. Las comunicaciones entre una estación móvil y una estación base se producen a través de un vínculo de radio, por lo general denominado interfaz de aire. (CCM.NET, 2008)

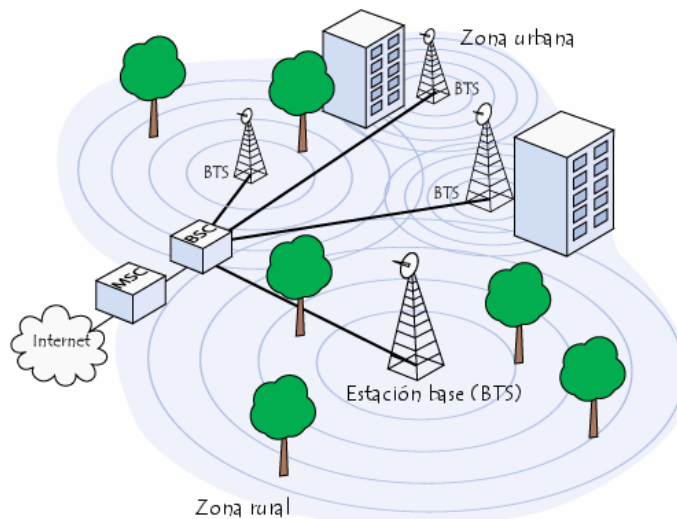


Figura 10-1 Arquitectura GSM

Fuente: <http://es.ccm.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>

Todas las estaciones base de una red celular están conectadas a un controlador de estaciones base (o BSC), que administra la distribución de los recursos. El sistema compuesto del controlador de estaciones base y sus estaciones base conectadas es el Subsistema de estaciones base (o BSS).

Por último, los controladores de estaciones base están físicamente conectados al Centro de conmutación móvil (MSC) que los conecta con la red de telefonía pública y con Internet; lo administra el operador de la red telefónica. El MSC pertenece a un Subsistema de conmutación de red (NSS) que gestiona las identidades de los usuarios, su ubicación y el establecimiento de comunicaciones con otros usuarios.

Generalmente, el MSC se conecta a bases de datos que proporcionan funciones adicionales:

- El Registro de ubicación de origen (HLR): es una base de datos que contiene información (posición geográfica, información administrativa, etc.) de los abonados registrados dentro de la zona del conmutador (MSC).
- El Registro de ubicación de visitante (VLR): es una base de datos que contiene información de usuarios que no son abonados locales. El VLR recupera los datos de un usuario nuevo del HLR de la zona de abonado del usuario. Los datos se conservan mientras el usuario está dentro de la zona y se eliminan en cuanto abandona la zona o después de un período de inactividad prolongado (terminal apagada).
- El Registro de identificación del equipo (EIR): es una base de datos que contiene la lista de terminales móviles.
- El Centro de autenticación (AUC): verifica las identidades de los usuarios.

La red celular compuesta de esta manera está diseñada para admitir movilidad a través de la gestión de trasposos (movimientos que se realizan de una celda a otra).

Finalmente, las redes GSM admiten el concepto de roaming: el movimiento desde la red de un operador a otra. (CCM.NET, 2008)

1.2.2. *Subsistema Estación Base (BSS)*

Controla la interface de radio, y se divide en: BTS (Base Transceiver Station): Puede haber una o más por BSS, contiene los transmisores / receptores que sirven a una celda. Sus principales funciones son:

- Realizar la Interfaz física entre los ME y BSC.
- Gestión de Diversidad de Antenas.
- Salto de Frecuencias (FH Frequency Hopping).
- Control Dinámico de Potencia.
- Gestión de algoritmos de Clave.
- Monitorización de la conexión.

1.2.3. *BSC (Base Station Controller)*

Gobierna los recursos de radio para las BTS que están conectadas a la BSC.

- Gestiona y configura el canal de radio: Realiza la elección de la celda y canal.
- Gestión de los handover. (Transferencia de la comunicación de una celda a otra).
- Transcodificación de canales radio (16 o 8kbps) a canales a 64kbps.

1.2.4. *Subsistema de Red (NSS)*

- Permite la interconexión entre BSS y con otras redes públicas.
- Gestiona las funciones de base de datos necesarias para:

La identificación de usuarios y terminales, la localización de los terminales y conducción de llamadas, El Billing o facturación.

- Este subsistema está formado por:
- El Centro de conmutación móvil (MSC Mobile Switching Center).
- El Registro de localización de “Casa” (HLR Home Location Register).
- El registro de localización de “Visitante” (VLR Visitor Location Register).
- El Centro de Autenticación (AuC Authentication Center).

- El Registro de Identidad de Equipo (EIR Equipment Identity Register).
- El Centro de Operación y Mantenimiento (OMC Operation and Maintenance Center).

1.2.5. *Tarjeta SIM*

Una tarjeta SIM contiene la siguiente información:

- El número telefónico del abonado (MSISDN).
- El número internacional de abonado (IMSI, Identificación internacional de abonados móviles).
- El estado de la tarjeta SIM.
- El código de servicio (operador).
- La clave de autenticación.
- El PIN (Código de identificación personal).
- El PUK (Código personal de desbloqueo). (CCM.NET, 2008)

1.3. **Arduino**

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. Las placas Arduino son capaces de leer las entradas, la luz en un sensor, un dedo sobre un botón o un mensaje de Twitter y convertirlo en una salida, la activación de un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Se puede decir que su tablero qué hacer mediante el envío de un conjunto de instrucciones al micro controlador en el tablero. Para ello se utiliza el lenguaje de programación de Arduino (basado en el cableado), y el software de Arduino (IDE), basadas en el procesamiento.

A través de los años Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, a partir de objetos cotidianos a los instrumentos científicos complejos. Una comunidad mundial de los fabricantes, estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales ha reunido en torno a esta plataforma de código abierto, sus contribuciones han añadido hasta una increíble cantidad de conocimiento accesible que puede ser de gran ayuda para los principiantes como para expertos.

Arduino nació en el Instituto de Diseño de Interacción Ivrea como una herramienta fácil para el prototipo rápido, dirigido a estudiantes sin experiencia en electrónica y programación. Tan pronto como llegó a una comunidad más amplia, la placa Arduino comenzó a cambiar para adaptarse a las nuevas necesidades y retos, la diferenciación de su oferta desde simples tablas de 8 bits de productos para aplicaciones de IO, impresión 3D portátil y sistemas empotrados. Todas las placas

Arduino son completamente de código abierto, permitiendo a los usuarios crear de forma independiente y, finalmente, adaptarlos a sus necesidades particulares. El software también es de código abierto, y está creciendo a través de las contribuciones de los usuarios en todo el mundo. (Arduino, 2013)

1.3.1. *Arduino Uno*

Es una placa electrónica de Arduino conformada por un microprocesador Atmega328 y una circuitería de soporte diseñado para la programación y creación de prototipos con los micro-controladores Atmel.

Esta placa está conformada para soportar un micro controlador, únicamente es necesario que se conecte a la PC mediante un cable USB para su respectiva configuración, o alimentarla con una batería para su funcionamiento. (Arduino, 2013)

1.3.1.1. *Estructura*

En la figura 11-1 se puede observar la placa Arduino UNO y sus principales componentes.

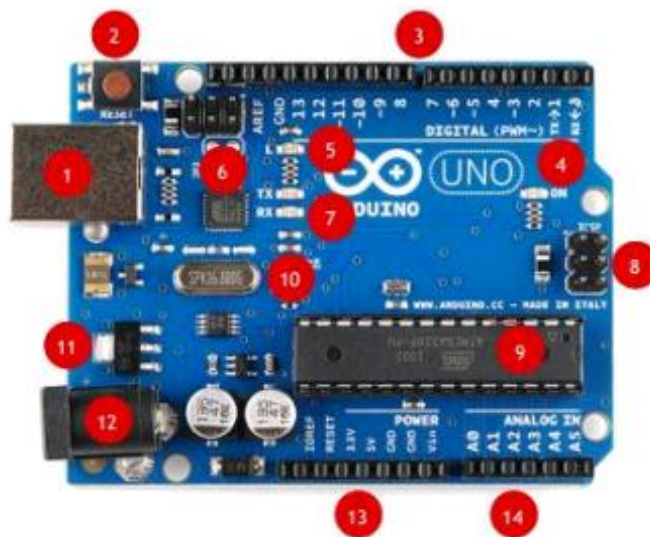


Figura 11-1 Estructura placa Arduino Uno

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

1. Conector USB para el cable Tipo AB
2. Pulsador de reset
3. Pines de E/S digitales y PWM
4. LED verde de placa encendida
5. LED naranja conectado al pin 13

6. ATmega 16U2 encargado de la comunicación con el PC
7. LED TX (Transmisor) y RX (Receptor) de la comunicación serial
8. Puerto ICSP para programación serial
9. Microcontrolador ATmega 328, cerebro del Arduino
10. Cristal de cuarzo de 16 MHz
11. Regulador de voltaje
12. Conector hembra 2.1 mm con centro positivo
13. Pines de voltaje y tierra
14. Entradas

1.3.1.2. Entrada/Salida

Cuenta con 14 pines ya sea para entrada o salida de acuerdo a su configuración, a los que pueden conectarse señales digitales que funcionan a 5 V y con una intensidad máxima de entrada de 40 mA, cada pin digital dispone de una resistencia pull-up interna desconectada por defecto.

Se tiene también 6 entradas analógicas que trasladan las señales a un conversor analógico/digital de 10 bits, normalmente funcionan de 0 V a 5 V pero estos valores pueden ser cambiados.

Todos los pines permiten conectar equipos externos a la placa Arduino y son importantes para las aplicaciones de dispositivos y sensores auxiliares. (Arduino, 2013)

1.3.1.3. Pines Especiales

RX y TX: son los pines 0 (Rx) para recepción y 1 (Tx) transmisión de señales TTL en serie.

Estos pines están conectados a los pines correspondientes del ATmega8U2 programado como convertidor USB a serie.

Interrupciones externas: Los pines 2 y 3 pueden ser configurados para activar una interrupción en un valor 0L, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor.

PWM: Arduino dispone de los pines: 3, 5, 6, 9, 10, y 11 para proporcionar señales PWM de 8 bits.

SPI: Los pines 10, 11, 12 y 13 soportan comunicación SPI que permite trasladar la información full dúplex en un entorno maestro/esclavo.

LED: Se encuentra conectado al pin 13 digital. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el pin es bajo, es apagado.

RESET: A este pin se conecta un botón que permite reiniciar el Arduino.

AREF: Voltaje de referencia para las entradas analógicas. (Arduino, 2013)

1.3.1.4. Reloj

Posee un reloj de 16 MHz que hace que el micro controlador sea lo suficientemente rápido para soportar la mayoría de aplicaciones sencillas.

1.3.1.5. Conexión USB

Arduino UNO tiene una conexión USB que lo diferencia de las demás placas puesto que posee el Atmega8U2 (programado como convertidor USB a serie) conectado con el puerto USB directamente y éste se registra en el equipo como un puerto serie virtual, facilitando así la comunicación a computadoras modernas.

1.3.1.6. Administración de Energía

Presenta una función de regulación de voltaje que da la ventaja de alimentar la placa mediante una conexión con cable USB o por medio de una fuente externa.

La fuente externa puede generar un voltaje de hasta 12 V la cual se regula a 5 V y 3.3 V.

La alimentación puede conectarse mediante un conector de 2,1 mm con el positivo en el centro o directamente a los pines Vin y GND marcados sobre la placa.

1.3.1.7. Memoria y comunicación

El micro controlador ATmega328 sigue la arquitectura AVR, tiene 32 KB de memoria flash, 2 KB de RAM y 1 KB de EEPROM. Cuenta con una variedad de características de hardware interesantes como temporizadores, pines PWM, interrupciones externas e internas, y múltiples modos de suspensión. El ATmega328 permite la comunicación serie, a través de los pines digitales 0(RX) y 1 (TX) con una señal TTL (5 V) que facilita la comunicación con otros dispositivos. (Arduino, 2013)

1.4. SIM808 V3.1

SIM808 es un módulo de función dos en uno. Se basa en el último módulo GSM / GPS SIM808 de SIMCOM, soporta GSM / GPRS de banda cuádruple y combina la tecnología GPS para la navegación por satélite. Tiene un interruptor que se utiliza para abrir/cerrar la fuente de alimentación de entrada para el módulo. Cuenta con un botón de inicio cuando el módulo está encendido, el LED (PWR) se iluminará. Después de una pulsación larga (aproximadamente 2 segundos) en este botón, los otros tres leds se encenderán. Y uno de ellos comienza a parpadear;

esto sugiere que el SIM808 está empezando a trabajar. Cuando la fuente de alimentación, GSM y la antena GPS y la tarjeta SIM están conectados al módulo correctamente, el LED parpadea lentamente (3 segundo de 1 segundos la luz), que indica que el módulo está registrado en la red, y puedes hacer una llamada o hacer otra cosa, tiene una Interfaz serial TTL. (HetPro Store, 2016)



Figura 12-1 SIM808 V3.1

Fuente: <https://es.aliexpress.com/w/wholesale-gprs-arduino.html>

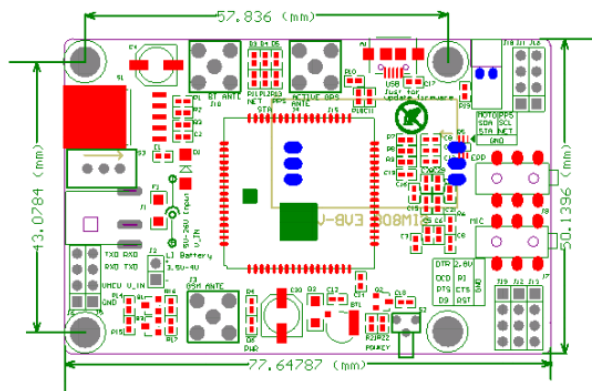


Figura 13-1 Dimensiones del SIM808 V3.1

Fuente: <http://bit.ly/2du6chP>

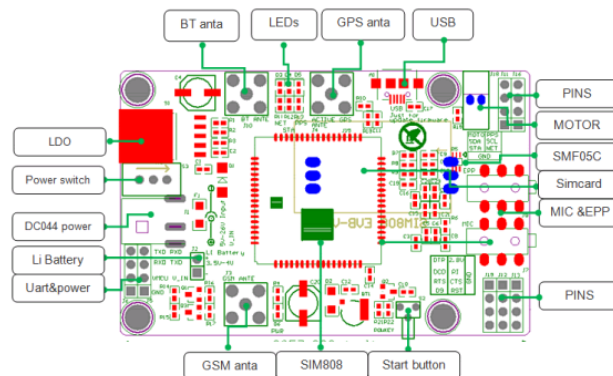


Figura 14-1 Distribución de SIM808 V3.1

Fuente: <http://bit.ly/2du6chP>

1.4.1. *Especificaciones*

- Voltaje de alimentación 3.5-4.2V.
- Incluye antena GPS.
- Cuatro bandas 850/900/1800 / 1900MHz.
- Clases múltiples 12 GPRS conectividad: máx. 85.6kbps.
- GPRS estación móvil de clase B.
- Soporta reloj de tiempo real.
- Dimensiones: 50.13x77.64 mm.
- Peso: 31 g.

1.4.2. *Compatibilidad*

Se basa en el último módulo GSM / GPS SIM808 de SIMCOM, soporta GSM / GPRS de banda cuádruple y combina la tecnología GPS compatible con tarjetas Arduino.

1.4.3. *Características GSM*

- Quad-band 850/900/1800 / 1900MHz – se conectan a cualquier red mundial GSM con cualquier SIM 2G (se sugiere T-Mobile en los EE.UU).
- Hacer y recibir llamadas de voz usando un auricular o un altavoz de 8Ω externo + micrófono electret.
- Enviar y recibir mensajes SMS
- Enviar y recibir datos GPRS (TCP / IP, http, etc.)
- Escanear y recibir emisiones de radio FM
- PWM / Buzzer control motor vibratorio
- Interfaz de comandos AT con detección de “transmisión automática”

1.4.4. *Características GPS*

- 66 canales de adquisición / 22 de seguimiento
- GPS L1 C/A code
- Sensibilidad, Seguimiento: -165 dBm, Cold starts: -147 dBm
- Time-To-First-Fix: Cold starts: 30s (typ.), Hot starts: 1s (typ.), Warm starts: 28s (typ.)
- Precisión: aproximadamente 2.5 metros (HetPro Store, 2016)

1.5. Comandos AT

Son un conjunto de comandos desarrollado por la compañía Hayes Communications que se convirtió en un lenguaje estandarizado y abierto que sirve para configurar y parametrizar módems permitiendo la comunicación entre el hombre y un terminal módem.

Estos comandos están precedidos de los caracteres “AT” que significan “Atención”, de donde surge su nombre, y terminan con un retorno del carro (enter). Están conformados por cadenas (strings) de códigos ASCII.

Existen algunos dispositivos que se controlan y responden utilizando estos comandos, entre ellos la mayoría de módems, convirtiéndose en el lenguaje más extendido para configurar los mismos o enviar instrucciones a ejecutar, aunque el principal objetivo fue la comunicación con el módem, la telefonía móvil GSM también adoptó este lenguaje como estándar para comunicarse con sus terminales, es así como cada teléfono móvil maneja un conjunto de comandos AT.

Los módems GSM, se controlan por medio de su interfaz RS232 conectada a una PC o micro controlador, utilizando los comandos AT sin la necesidad de drivers. Con comandos AT extendidos, se pueden hacer cosas como:

- Enviar/leer/borrar mensajes SMS (Short Message Service).
- Detectar automáticamente la red GSM.
- Controlar las llamadas de audio.
- Leer/escribir/buscar datos del directorio de contactos.
- Desviar/realizar llamadas de voz/datos.

El conjunto de comandos AT también ayudan a obtener información GPS de dispositivos de este tipo, existen conjuntos de comandos que permiten controlar estos aparatos. (VC Parraga, 2015, p.59)

1.5.1. Notación Comandos AT

Para enviar un comando AT es necesario tener la siguiente estructura:

Petición:

AT + CGMI <CR>

Donde “AT + CGMI” es el comando AT y “<CR>” es el respectivo retorno de carro o enter.

Respuesta correcta:

<CR><LF>Nokia Mobile Phones<CR><LF>

<CR><LF>OK<CR><LF>

Donde “Nokia Mobile Phones” es la respuesta del comando AT, <CR><LF> son la secuencia de comienzo para retorno de carro y salto de línea y “OK” es la confirmación del correcto envío del mensaje. (VC Párraga, 2015, p.60)

1.5.2. Ejemplos de Comandos AT

Tabla 1-1 Comandos AT

COMANDO	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
AT+CGMI	Identifica el fabricante	AT+CGMI=?
AT+CGSN	Muestra el número de serie	AT+CGSN=?
AT+CIMI	Obtiene el IMSI	AT+CIMI=?
AT+CMGF	Selecciona formato de SMS	AT+CMGF=1 selecciona como formato de mensaje TEXTO
AT+CMGR	Lee SMS almacenado	
AT+CMGL	Lista SMS almacenado	AT+CMGL=\"ALL\" Muestra todos los SMS almacenados
AT+CMGS	Envía SMS	AT+CMGS=\"xxxxxxxxxx\" enviar un SMS a un número específico
AT+CGPSINF	Muestra resumen de coordenadas GPS	AT+CGPSINF=0 Obtiene un resumen de la coordenadas GPS
AT+CGPSPWR	Opciones de energía del GPS	AT+CGPSPWR=1 Encendido del módulo GPS
AT+CGPSRST	Opciones de reseteo de GPS	AT+CGPSRST=1 Reseteo del módulo GPS

Fuente: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808_GPS_Application_Note_V1.00.pdf

Es importante saber que el conjunto de comandos AT a utilizar en un determinado dispositivo depende de las condiciones del fabricante del mismo.

1.6. Teléfono Móvil de Alta Gama

El teléfono inteligente (Smartphone) es un tipo de teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades, semejante a la de una minicomputadora, y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional.

Generalmente, los teléfonos con pantallas táctiles son los llamados teléfonos inteligentes, pero el soporte completo al correo electrónico parece ser una característica indispensable encontrada en todos los modelos existentes y anunciados desde 2007. Casi todos los teléfonos inteligentes también permiten al usuario instalar programas adicionales, habitualmente incluso desde terceros,

hecho que dota a estos teléfonos de muchísimas aplicaciones en diferentes terrenos; sin embargo, algunos teléfonos son calificados como inteligentes aun cuando no tienen esa característica.

Entre otros rasgos comunes está la función multitarea, el acceso a Internet vía Wifi o redes 4G, 3G o 2G, función multimedia (cámara y reproductor de videos/mp3), a los programas de agenda, administración de contactos, acelerómetros, GPS y algunos programas de navegación, así como ocasionalmente la habilidad de y leer documentos de negocios en variedad de formatos como PDF y Microsoft Office. (Santiago et al., 2015: pp.25-26)

1.7. MIT App Inventor

App Inventor es un entorno de desarrollo de aplicaciones para dispositivos Android. Para desarrollar aplicaciones con App Inventor sólo se necesita un navegador web y un teléfono o tableta Android (si no se tiene el teléfono se podrá probar la aplicación en un emulador). App Inventor se basa en un servicio web que te permitirá almacenar tu trabajo y te ayudará a realizar un seguimiento de sus proyectos.

Se trata de una herramienta de desarrollo visual muy fácil de usar, con la que incluso los no programadores podrán desarrollar sus aplicaciones.

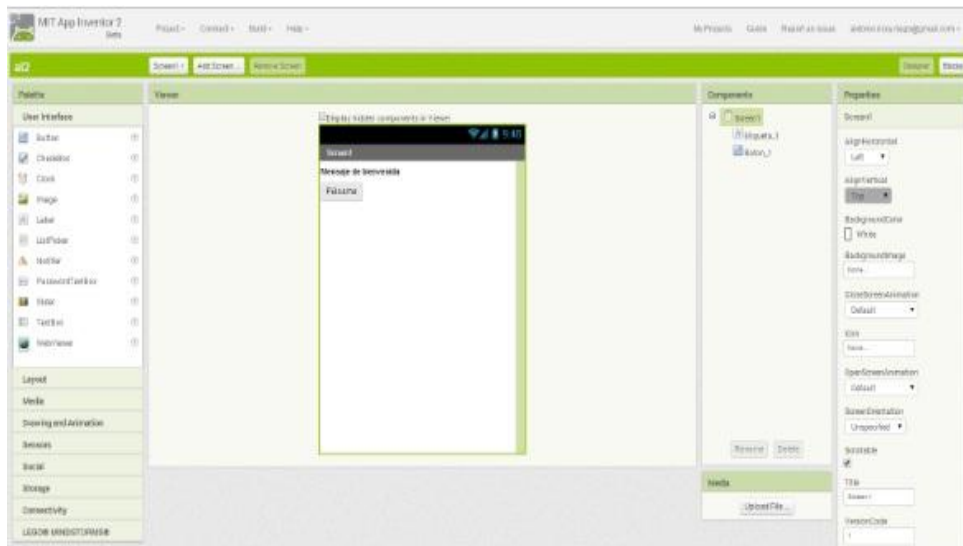


Figura 15-1 Herramienta de Diseño

Fuente: <http://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>

Al construir la aplicación para Android se trabaja con dos herramientas: App Inventor Designer y App Inventor Blocks Editor. En el Designer se construye el Interfaz de Usuario, donde se eligen los elementos con los que el usuario tendrá que interactuar y los componentes que se usaran en la

aplicación. En el Blocks Editor se define el comportamiento de los componentes de la aplicación. (App Inventor, 2011)

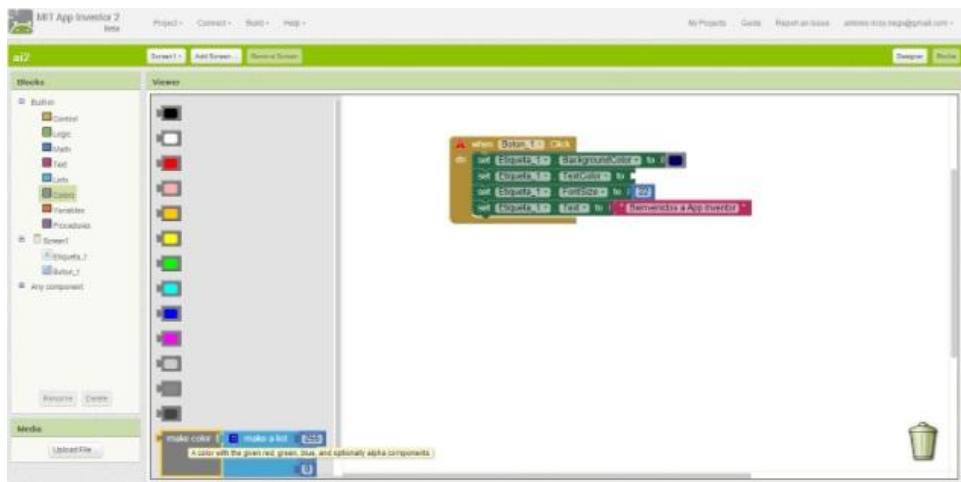


Figura 16-1 Editor de Bloques

Fuente: <http://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>

1.7.1. *Editor de Bloques*

Con el Editor de bloques vamos a definir cómo se comporta la aplicación. Se establece lo que los componentes deben hacer y cuándo hacerlo. Por ejemplo, que debe ocurrir cuando el usuario pulsa un botón.

El Editor de bloques se ejecuta en una ventana independiente. Al hacer clic en Abrir el editor de bloques de la ventana de diseño, el archivo del programa del Editor de bloques se descargará y a continuación se debe ejecutar.

El Editor de bloques tiene dos fichas en la esquina superior izquierda: Built-In (incorporados) y My Blocks (mis bloques). Los botones de debajo de cada ficha se amplían y se muestran los bloques cuando se hace clic. Los bloques Built-In son el conjunto estándar de bloques que están disponibles para cualquier aplicación que construyas. Los bloques My Blocks contienen bloques específicos que están vinculados al conjunto de componentes que se ha elegido para la aplicación. (App Inventor, 2011)

1.7.2. *Eventos*

Las aplicaciones creadas con App Inventor están orientadas a eventos. No llevan a cabo un conjunto de instrucciones en un orden predeterminado, sino que reaccionan a eventos. Al hacer clic en un botón, arrastrar el dedo o tocar en la pantalla son eventos.

Con App Inventor, toda la actividad se produce en respuesta a un evento. La aplicación no debe contener bloques fuera de una pieza "when do" de un evento.

Como se producen un evento, la aplicación reacciona llamando a una secuencia de instrucciones como establecer el color de fondo de un botón a azul o cambiar el texto de una etiqueta.

Los eventos pueden ser divididos en 2 tipos diferentes: automáticos e iniciados por el usuario. Hacer clic en un botón, tocar o arrastrar en la pantalla, inclinar el teléfono son eventos iniciados por el usuario. Una colisión entre Sprites o de estos con los bordes de un canvas son eventos automáticos. (App Inventor, 2011)

1.7.3. *Propiedades*

Los componentes tienen propiedades que se pueden ajustar para cambiar la forma en que el componente aparece o actúa dentro de la aplicación. Para ver y cambiar las propiedades de un componente, primero debe seleccionar el componente deseado en la lista de componentes.

Los valores de algunas propiedades de ciertos componentes no son modificables, aun así, si se podrán consultar. (App Inventor, 2011)

1.7.4. *Componentes*

Los componentes son los elementos básicos que utilizamos para hacer aplicaciones Android. Son como los ingredientes de una receta. Algunos componentes son muy simples, como una Etiqueta (Label), que sólo muestra el texto en pantalla, o un botón (Button) que se pulsa para iniciar una acción. Otros componentes son más elaborados: un lienzo (Canvas) que puede almacenar imágenes fijas o animaciones, un sensor de movimiento (Accelerometer Sensor) que funciona como un mando de Wii y detecta cuando se mueve o agita el teléfono, los componentes para hacer o enviar mensajes de texto, los componentes que, para música y video, los componentes para obtener información de sitios Web, y así sucesivamente.

Para utilizar un componente en tu aplicación, debes hacer clic, arrastrar y soltar en el visor (Viewer) en el centro de Designer. Cuando se agrega un componente al visor, también aparecerá en la lista de componentes a la derecha de este.

Los componentes tienen propiedades que se pueden ajustar para cambiar la forma en que el componente aparece dentro de la aplicación. Para ver y cambiar las propiedades de un componente, primero debe seleccionar el componente deseado en la lista de componentes.

Los valores de algunas propiedades de ciertos componentes no son modificables, aun así si se podrán consultar. (App Inventor, 2011)

1.8. Proteus VSM

La herramienta PROTEUS es un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos para construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas. Proteus el Sistema Virtual de Modelado (VSM) combina el modo mixto la simulación de circuito de SPICE, componentes animados y modelos completos de diseños basados en microprocesador para facilitar la co-simulación del micro controlador. Esta herramienta dispone de los módulos conocidos por: Captura de esquemáticos ISIS, Layout de ARES PCB y Simulador (ProSpice/VSM). Por primera vez, es posible desarrollar y probar diseños antes de construir un prototipo físico. (Cevallos y Chillán, 2008: p.45)

1.8.1. *Captura Esquemático ISIS*

Una vez instalado el programa, iniciar ISIS, se presenta la suite de diseño en la que se aprecian dos zonas, a la izquierda un visor del plano del proyecto, debajo, la ventana para mostrar dispositivos y a la derecha la zona de trabajo propiamente dicha, en la que el diseñador trazará los circuitos eléctricos con sus componentes, posteriormente podrá ejecutar un modelo virtual que simule su proyecto en funcionamiento.

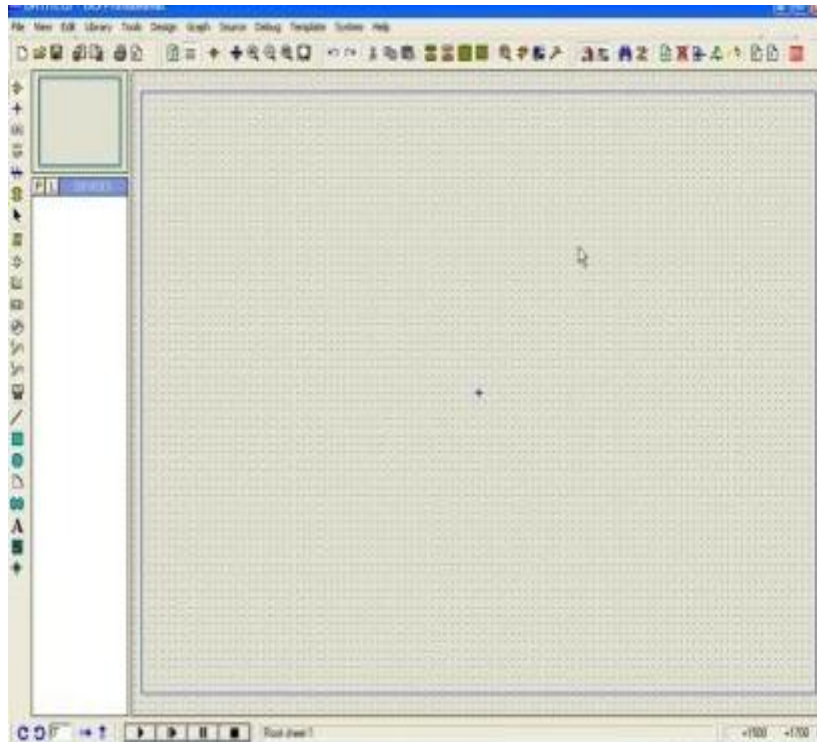


Figura 17-1 Panel de Proteus

Fuente: http://www.ieslosviveros.es/alumnos/asig8/carpeta714/IntroducciA_n_Proteus_.pdf

En la columna de la izquierda pulsamos sobre el botón P que nos antepone la ventana de librerías, en esta ventana elegiremos el dispositivo que necesitemos con doble-click, eligiendo otros componentes del mismo modo, lo que enviará dichos dispositivos a la ventana principal, en la columna de la izquierda donde aparecen los componentes a usar. Incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos. (Cevallos y Chillán, 2008: pp.45-46)

1.8.2. *Layout de ARES PCB*

Es la herramienta que usaremos para la elaboración de nuestras placas de circuito impreso, ARES dispone de un posicionador automático de elementos, con generación automática de pistas. El diseñador con experiencia ya no tiene que hacer el trabajo duro, es el PC quien se encarga de esta tarea. (Cevallos y Chillán, 2008: p.46)

1.8.3. *Prospice*

Se trata de una herramienta de simulación de circuitos según el estándar industrial. La versión básica, suministrada con todas las versiones de Proteus, sólo soporta análisis de transitorios.

1.8.4. *VSM*

VSM es la herramienta integrada que incluye PROTEUS, se trata de un completo simulador para esquemas electrónicos que contienen microprocesador. El corazón de VSM es ProSPICE, un producto que combina un núcleo de simulación analógica usando el estándar SPICE3f5, con modelos animados de los componentes electrónicos y los microprocesadores que comprenden el circuito, tanto si el programa se ha escrito en ensamblador como si se ha utilizado un lenguaje de alto nivel, permitiendo interactuar con nuestro diseño, utilizando elementos gráficos animados realizando operaciones de indicadores de entrada y salida.

La simulación se realiza en tiempo casi real, los efectos se pueden considerar prácticamente como a tiempo real. Incorpora prácticos controles de depuración paso a paso y visualización del estado de las variables. La característica más sorprendente e importante de VSM es su capacidad de simular el software que se ejecuta en el micro controlador y su interacción con cualquier componente electrónico digital o analógico conectado a él. (Cevallos y Chillán, 2008: p.47)

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se usó el método comparativo para algunos dispositivos que se necesitan en la implementación del prototipo de georreferenciación con tecnología GPS/GSM entre algunas de las posibles alternativas para la adecuada elección, pues existen varios elementos que realizan una misma tarea, pero que se diferencian en algunas de sus características, se sometió a un estudio de los elementos que se requieren en este trabajo y por medio de un análisis se realizó una clasificación oportuna y correcta elección.

Además, con la utilización del método deductivo, se realizó mediciones sobre algunas variables determinadas que muestran el desempeño de la red como: análisis de cobertura, consumo energético y tamaño, etc, parámetros que se consideran importantes para la elección de la mejor placa Arduino y la placa GPS/GSM.

Para el análisis de los dispositivos adecuados es necesario tener presente el escenario en el cual se va a implementar el prototipo de georreferenciación con tecnología GPS/GSM, al ser un sistema de obtención de coordenadas en tiempo real y que se lo va a desarrollar en un área urbana específicamente dentro de la ciudad de Riobamba para personas vulnerables.

En este caso también se ha investigado el porcentaje de personas extraviadas en la ciudad de Riobamba, estos datos se han obtenido de la Fiscalía General del Estado del Ecuador luego se procedió a realizar una encuesta para conocer la opinión y aceptación del prototipo de georreferenciación con tecnología GPS/GSM en la ciudad de Riobamba.

Una de las características importantes a tomar en cuenta es el tamaño de prototipo ya que la persona vulnerable lo deberá llevar puesto y la aplicación para el prototipo que se realizará en el programa MIT APP INVENTOR para que la persona que use dicha aplicación no tenga inconvenientes al momento de usarlo.

2.1. Evaluación Placas Arduino

Se utilizó el método comparativo para observar las diferencias características entre tres placas Arduino para la adecuada elección en el desarrollo del prototipo.

Se asignó valores en porcentajes para hacer la comparación.

Tabla 1-2 Escala cuantitativa tarjetas Arduino

VALORACIÓN				
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>0</i>	<i>25%</i>	<i>50%</i>	<i>75%</i>	<i>100%</i>

Fuente: Realizado por el Autor

Y se las califica con la siguiente tabla:

Tabla 2-2 Escala cualitativa para Tarjetas Arduino

<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>Muy adecuado</i>	<i>Adecuado</i>	<i>Poco adecuado</i>	<i>Inadecuado</i>	<i>Nada adecuado</i>

Fuente: Realizado por el Autor

2.1.1. *Comparativa entre placas Arduino*

Tabla 3-2 Características de placas Arduino

<i>Arduino/ Características</i>	<i>UNO</i>	<i>PRO</i>	<i>MEGA</i>
<i>Microcontrolador</i>	<i>ATmega328</i>	<i>ATmega168 o Atmega328</i>	<i>ATmega2560</i>
<i>Voltaje de Entrada</i>	<i>7-12V</i>	<i>7-12</i>	<i>7-12V</i>
<i>I/O Digitales</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>54</i>
<i>Entradas Analógicas</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>16</i>
<i>Memoria SRAM</i>	<i>2KB</i>	<i>1KB</i>	<i>8KB</i>
<i>Memoria EEPROM</i>	<i>1KB</i>	<i>512bytes</i>	<i>4KB</i>
<i>Frecuencia de Reloj</i>	<i>16MHz</i>	<i>16MHz</i>	<i>16MHz</i>
<i>Interfaz de Programación</i>	<i>USB</i>	<i>Cabecera Compatible con FTDI</i>	<i>USB</i>
<i>Costo</i>	<i>\$20,00</i>	<i>\$25,00</i>	<i>\$30,00</i>

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-2 Valoración de las características para tarjetas Arduino

<i>Tipos de Arduino/ Características</i>	<i>UNO</i>	<i>PRO</i>	<i>MEGA</i>
<i>Microcontrolador</i>	4	2	1
<i>Voltaje de Entrada</i>	3	3	3
<i>I/O Digitales</i>	2	2	4
<i>Entradas Analógicas</i>	2	2	3
<i>Memoria SRAM</i>	2	1	3
<i>Memoria EEPROM</i>	3	1	4
<i>Frecuencia el Reloj</i>	3	3	3
<i>Interfaz de Programación</i>	4	3	4
<i>Costo</i>	4	2	1
<i>Total</i>	27	19	26

Fuente: Realizado por el Autor

Interpretación:**Tabla 5-2** Resultados del análisis de características

<i>Puntos máximos</i>	<i>UNO</i>	<i>PRO</i>	<i>MEGA</i>
36	27	19	26
100%	75%	52,78%	72,22%

Fuente: Realizado por el Autor

Para realizar la comparación se procedió a escoger tres elementos de la empresa Arduino, cada uno de ellos tiene características similares entre los otros, se ha escogido el Arduino Uno ya que al hacer el análisis de las características posee el 75% obteniendo el mayor porcentaje.

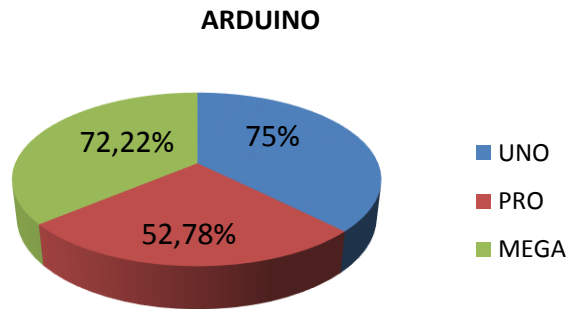


Gráfico 1-2 Porcentajes para la elección de Arduino

Fuente: Realizado por el Autor

Dentro de la puntuación cuenta con 27 puntos y su promedio entre las 9 características dio un total de 3 el cual se encuentra entre el rango de adecuado.

2.2. Evaluación Placas GPS/GSM

Para la selección de las Placas GPS/GSM de la misma forma se utilizó el método comparativo que ayudara a ver las diferencias de cada módulo GPS/GSM para escoger el mejor y más adecuado para el desarrollo del prototipo.

Tabla 6-2 Tabla comparativa GPS/GSM

Características	SIM 808	SIM 900
Tipos de Bandas	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz
Estación Móvil	Clase B	Clase B
Compatibilidad	Arduino Uno y Mega	Arduino Uno y Mega
Antena GPS externa	Si	No
Reloj interno	Tiempo Real	Tiempo Real
Comandos	AT	AT
Consumo de energía	1 mA	1,5 mA
Tamaño	5x7,8 cm	5x4,8 cm
Precisión GPS	2,5 m	3 m
Costo	\$60,00	\$100,00

Fuente: Realizado por el Autor

Teniendo en cuenta los valores de la tabla 1-2 se procede a dar valores cuantitativos a la tabla de comparación de las placas GPS/GSM para observar cual es el mejor para la utilización en el desarrollo del prototipo.

Tabla 7-2 Tabla Cuantitativa GPS/GSM

Características	SIM 808	SIM 900
Tipos de Bandas	4	4
Estación Móvil	3	3
Compatibilidad	4	4
Antena GPS externa	4	1
Reloj interno	4	4
Comandos	4	4
Consumo de energía	3	2
Tamaño	3	4
Precisión GPS	4	3
Costo	4	2
Total	37	31

Fuente: Realizado por el Autor

Interpretación:

Tabla 8-2 Resultados del análisis de características

<i>Puntos máximos</i>	<i>SIM 808</i>	<i>SIM 900</i>
40	37	31
100%	92.5%	77.5%

Fuente: Realizado por el Autor

Para realizar la comparación se ha tomado 2 elementos, cada uno de ellos tienen características similares y se ha escogido el SIM 808 ya que al observar el análisis de sus características cuenta con un 92.5% y es el que más porcentaje tiene.

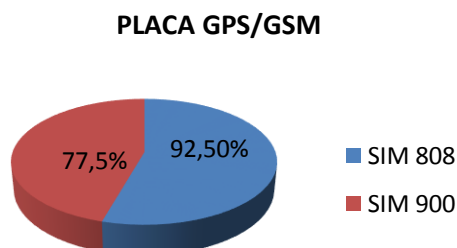


Gráfico 2-2 Porcentajes para la elección del GPS/GSM

Fuente: Realizado por el Autor

Dentro de la puntuación cuenta con 37 puntos y su promedio entre las 10 características dio un total de 3.7 el cual se encuentra entre el rango muy adecuado.

2.3. Situación Actual de personas extraviadas.

En la actualidad existen 159 denuncias de personas extraviadas según la Base Desaparecidos 2016 DGPP-FGE en el corte 24 de julio de 2016.

En la figura 1-2 se puede observar que Chimborazo tiene el 2% de desaparecidos el cual está en un rango bajo.

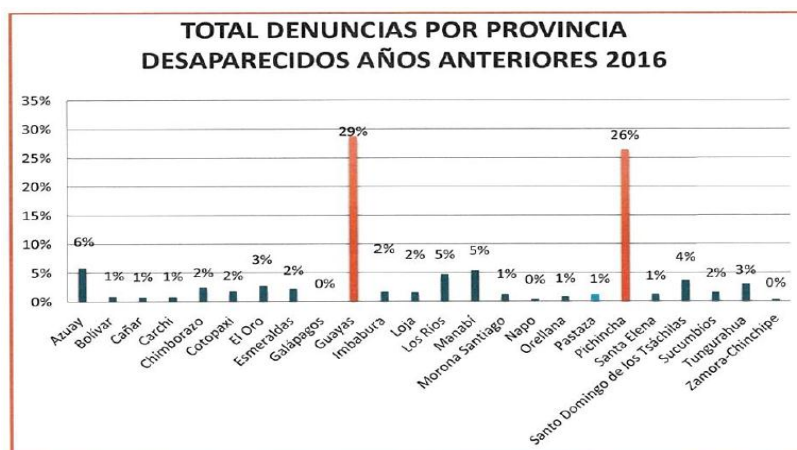


Figura 1-2 Denuncias por Provincia

Fuente: Base Desaparecidos DGPP-FGE, 2016

Del 100% de denuncias de desaparecidos el 82% han sido encontrados, el 17% están en investigación y el 1% está en Fiscalía Especializada.

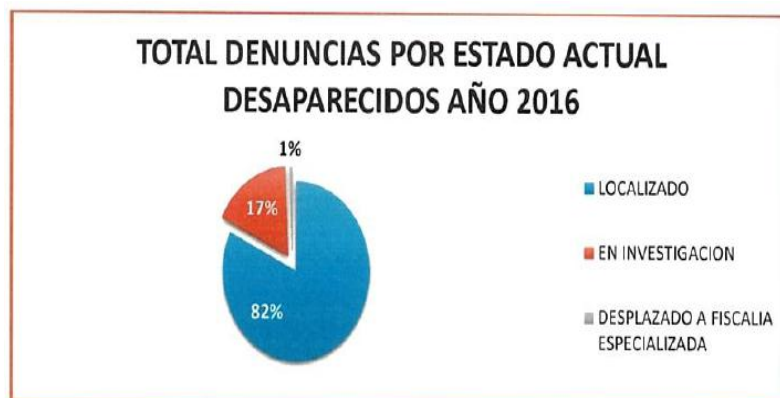


Figura 2-2 Denuncias por Estado Actual

Fuente: Base Desaparecidos DGPP-FGE, 2016

En la figura podemos observar que el género femenino es más propenso a extraviarse o desaparecer ocupando el 67%.

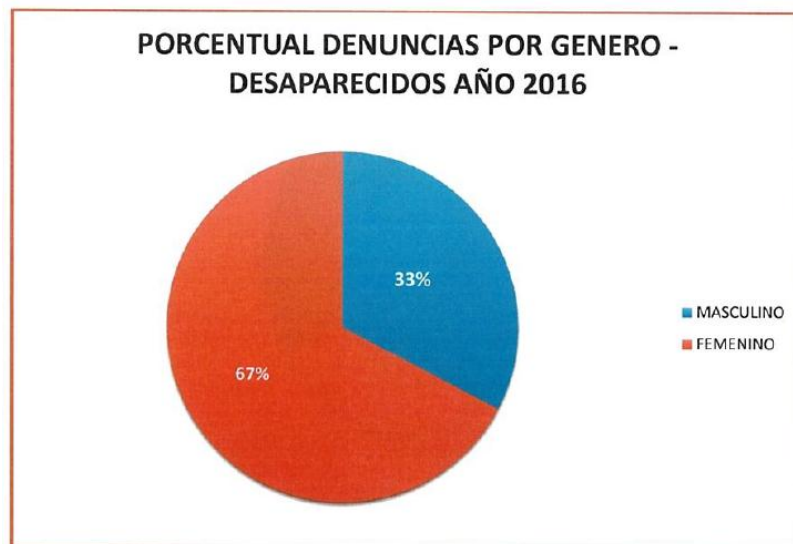


Figura 3-2 Denuncias por Género

Fuente: Base Desaparecidos DGPP-FGE, 2016

Podemos observar de acuerdo a la edad nos indican una mayor incidencia con el 34% entre las edades de 11-15 años y con el 25% de 16-17 años.

PORCENTUAL POR EDADES PERSONAS DESAPARECIDAS AÑO 2016			
MES	EDAD	TOTAL DENUNCIAS	%
1	0 A 5	43	1%
2	6 A 10	132	2%
3	11 A 15	2192	34%
4	16 A 17	1604	25%
5	18 A 22	812	13%
6	23 A 27	356	6%
7	28 A 32	220	3%
8	33 A 37	164	3%
9	38 A 42	155	2%
10	43 A 47	111	2%
11	48 A 52	89	1%
12	53 A 57	67	1%
13	58 A 62	51	1%
14	63 A 67	36	1%
15	68 A 72	37	1%
16	73 A 77	33	1%
17	78 A 82	35	1%
18	83 A 87	44	1%
19	88 A 92	16	0%
20	93 A 97	10	0%
21	98 A 100+	0	0%
22	DENUNCIAS SIN DATOS DE EDAD	180	3%
TOTAL		6387	100.00%

Figura 4-2 Porcentajes por Edades

Fuente: Base Desaparecidos DGPP-FGE, 2016

En cuanto a género y edad podemos observar que la mayor incidencia es el género femenino entre la edad de 12-17 años con un 48%.



Figura 5-2 Porcentajes por Sexo y Edades

Fuente: Base Desaparecidos DGPP-FGE, 2016

2.4. Muestra Poblacional

La ciudad de Riobamba cuenta con 225.741 habitantes y aplicando la fórmula de la muestra dio como resultado un total de 96 personas, las cuales se encuestarán en la ciudad de Riobamba para conocer la opinión y aceptación del dispositivo GPS/GSM. A continuación se muestra la fórmula y datos usados con los cuales se obtuvo la cantidad de personas a encuestar.

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

N= 225.741 tamaño de la población

k= 2 nivel de confianza = 95.5%

e= 7.75% error

p= 0.5 proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio

q= 0.5 proporción de individuos que no poseen esa característica

2.5. Diseño del Prototipo de Georreferenciación con tecnología GPS/GSM

Para el diseño del dispositivo es muy importante el tamaño ya que la persona vulnerable lo debe llevar puesto para lo cual se debe reducir el tamaño de la placa Arduino Uno.

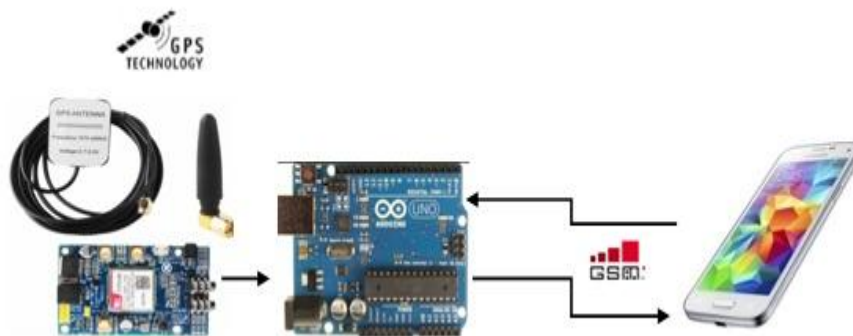


Figura 6-2 Componentes del Prototipo GPS/GSM

Fuente: Realizado por el Autor

2.6. Implementación del Prototipo de Georreferenciación con tecnología GPS/GSM

Se mostraran las conexiones de los dispositivos a seguir y la reducción de la placa Arduino Uno la que hace la función de control.

2.6.1. Conexión Shield SIM 808 con Placa Arduino Uno

Una vez seleccionado los dispositivos a usar procedemos a conectarlos.



Figura 7-2 Conexión SIM 808 y Arduino Uno

Fuente: Realizado por el Autor

Conexiones:

1. Tx del SIM 808 al pin 7 del Arduino Uno
2. Rx del SIM 808 al pin 8 del Arduino Uno
3. GND del SIM 808 al GND del Arduino Uno
4. Vcc del SIM 808 al Vcc del Arduino Uno

2.6.2. *Conexión SIM 808, Antena GPS y Arduino*

Se escogió la SIM 808 porque posee una Antena GPS externa que mejora considerablemente en cuanto a obtener las coordenadas de ubicación y esto facilita para disminuir el tamaño del prototipo ya que la persona lo debe llevar puesto. Y se procede a conectar la antena GPS externa en la SIM 808



Figura 8-2 Conexión SIM 808, Antena GPS y Arduino Uno

Fuente: Realizado por el Autor

2.6.3. *Diseño de Reducción de Placa de Control*

Para el diseño de la placa se usó el programa Proteus 8 para reducir al máximo la placa ya que el dispositivo tiene que ser pequeño para que una persona vulnerable lo lleve puesto.

Se usarán los siguientes materiales:

- 1 Oscilador de cristal de 16000 Mhz
- 2 Capacitores cerámicos de 22 pF
- 1 Condensador electrolítico de 220 uF
- 1 Resistencia de 220 Ω
- 1 Diodo led (rojo)
- 1 Zócalo de 28 pines
- 1 CI ATMEGA328P

Conectar ambas salidas de GND del integrado ATMEGA328P para no tener inconvenientes en la comunicación de los dispositivos.

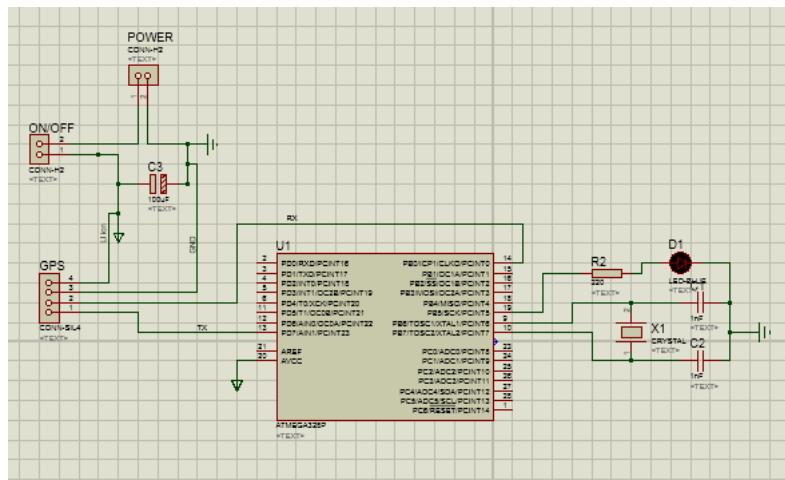


Figura 9-2 Diagrama pictórico de la placa de Control

Fuente: Realizado por el Autor

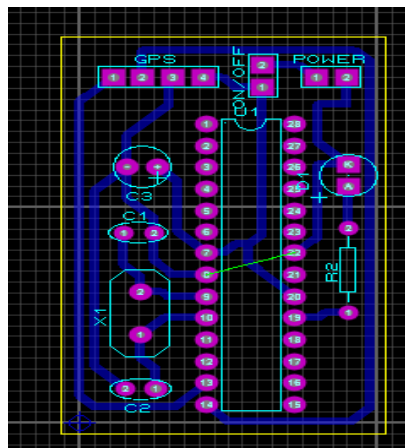


Figura 10-2 Diagrama Esquemático de la placa de Control

Fuente: Realizado por el Autor

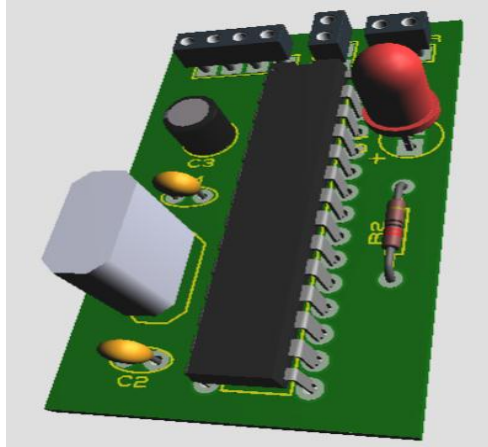


Figura 11-2 Diseño de la placa de Control en 3D

Fuente: Realizado por el Autor



Figura 12-2 Implementación de la placa de Control

Fuente: Realizado por el Autor

2.6.4. *Conexión SIM 808, Antena GPS y Placa de Control*



Figura 13-2 Conexión SIM808, Antena GPS y Placa de Control

Fuente: Realizado por el Autor

2.7. Configuración SIM 808 para SMS

Se ingresa a la consola de SSCOM3.2 y los parámetros por defecto son los que se muestran en la figura 14-2.

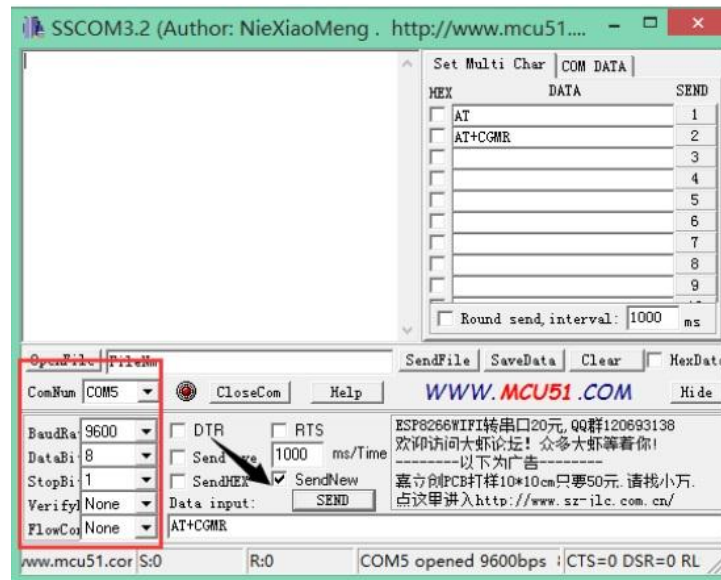


Figura 14-2 Configuración por defecto SSCOM3.2

Fuente: <http://bit.ly/2j0zyrR>

Luego ingresamos los Comandos AT:

output string // Cadena de salida

AT // Verifica que el modulo este trabajando correctamente

AT+CGMR // Identificación del software

AT+CSCA? // Obtiene el número del mensaje

AT+CMGF=1 // Selecciona el mensaje del formato

AT+CMGS="+593984117267" // Establece el número de transmisión del mensaje y envía un mensaje SMS

Coordenadas // Contenido del Mensaje

1A // Terminador y se debe marcar la opción HEX

2.8. Configuración SIM 808 para GPS

Se tiene que colocar los siguientes comandos en el programa SSCOM3.2 para que funcione como GPS.



Figura 15-2 Configuración SSCOM3.2 para GPS

Fuente: <http://bit.ly/2j0z9rR>

AT+ CGNSPWR=1 // Enciende la fuente de alimentación GPS

AT+CGNSTST=1 // Obtiene los datos GPS

2.9. Configuración Arduino Uno GPS/GSM

En este se deberá crear un archivo nuevo en Arduino en el cual trabajaremos donde se ingresarán las librerías a usar y los comandos AT.

2.9.1. Programación Arduino Uno

Algo importante de recalcar es la librería string que sirve para luego poder visualizar en cadena, y también se debe configurar en 9600 baudios para no tener problemas en la comunicación de los dispositivos.

Se debe comprobar que se asigne los valores adecuados para filtrar el mensaje y reconozca el número "42" al igual que solo envíe las coordenadas de ubicación por SMS a la aplicación android del Smartphone.

```
gppfull Arduino 1.6.11
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
gppfull
#include <SoftwareSerial.h> //Comunicacion serial virtual
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#define DEBUG true
String incoming_char="";
String dato=""; // cuando SMS Filtreado
String smapps="";
SoftwareSerial mySerial(7,8);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT);
  delay(10000);
  mySerial.print("AT+CMGF=1\r"); // set SMS mode to text
  delay(100);
  mySerial.print("AT+CMMS=2,2,0,0,0\r");
  // blurt out contents of new SMS upon receipt to the GSM shield's serial out
  delay(100);
  delay(500);
  mySerial.println("AT+CGNSPWR=1");
  delay(500);
  mySerial.println("AT+CGSSSD=RMC");
  delay(500);
  mySerial.println("AT+CGSSINF");
}

Compilado
El Sketch usa 6.276 bytes (19%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32.256 bytes.
Las variables Globales usan 447 bytes (21%) de la memoria dinámica, dejando 1.601 bytes para las variables locales. El máximo es 2.048 bytes.
Arduino/Genuino Uno en COM7
```

Figura 16-2 Compilación del Programa GPS/GSM

Fuente: Realizado por el Autor

Observamos que la programación compile sin errores, ver Anexo M.

2.10. Diseño de la Aplicación para Android

Para el diseño se utilizó el programa MIT App Inventor.

A continuación, se muestra la imagen del logotipo de la aplicación.



Figura 17-2 Logo de la Aplicación

Fuente: <http://darlingsophie2503.blogspot.com/>, 2016

En el diseño podemos observar las diferentes funciones a realizar.



Figura 18-2 Diseño Aplicación GPS/GSM

Fuente: Realizado por el Autor

2.10.1. Programación de la Aplicación Android

En este bloque de programación al hacer click en el botón BBuscar procede a enviar el mensaje predefinido "42" al número establecido "+593984656342"es cual estará en el dispositivo GPS/GSM. Texting1 sirve para poder enviar y recibir mensajes.

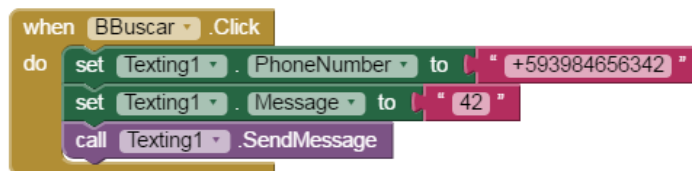


Figura 19-2 Programación del botón Buscar

Fuente: Realizado por el Autor

Al momento de recibir el mensaje se visualizará en LCoordenadas el texto que envía el dispositivo GPS/GSM

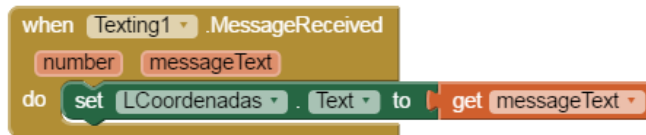


Figura 20-2 Programación para recibir SMS

Fuente: Realizado por el Autor

Creamos 2 variables latitud y longitud.



Figura 21-2 Creación de variables Latitud y Longitud

Fuente: Realizado por el Autor

Cuando se activa LocationSensor1 cambia la ubicación de latitud y longitud.

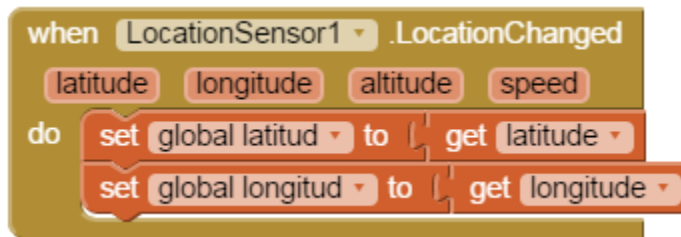


Figura 22-2 Programación de LocationSensor

Fuente: Realizado por el Autor

Al hacer click en el botón BGooglemaps este ubicara las coordenadas de latitud y longitud en Google Maps. Es necesario utilizar ActivityStarter la cual permite que se abra Google Maps y es necesario colocar lo siguiente "com.google.android.maps.MapActivity", "geo:0,0?q=" tal como se muestra en la figura 23-2.

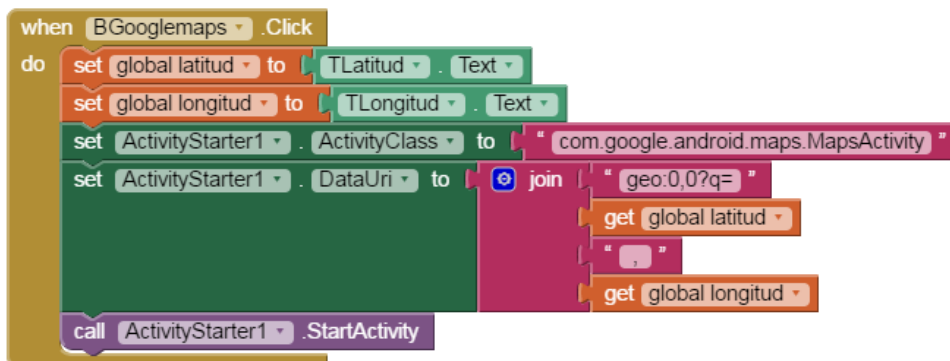


Figura 23-2 Programación del botón BGooglemaps

Fuente: Realizado por el Autor

Si pulsamos el botón BRuta este ubicara las coordenadas de latitud y longitud en Google Maps y nos mostrara la ruta más adecuada cabe destacar que se deberá colocar también ActivityStarter y "com.google.android.maps.driveabout.app.NavigationActivity", "google.navigation:///?q=" tal como se muestra en la figura 24-2.

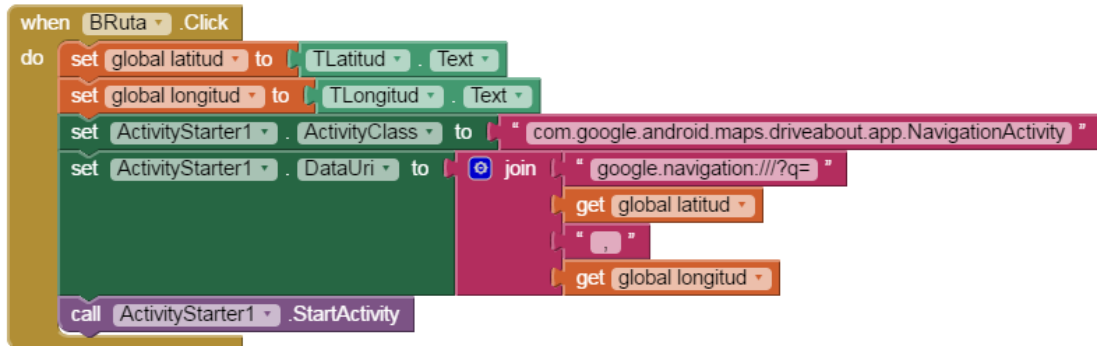


Figura 24-2 Programación del botón BRuta

Fuente: Realizado por el Autor

Basta con oprimir el botón BNuevasCoordenadas para limpiar el texto de TLatitud y TLongitud.

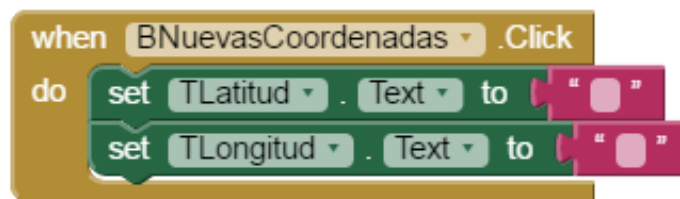


Figura 25-2 Programación del botón BNuevasCoordenadas

Fuente: Realizado por el Autor

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar los resultados del presente trabajo fue necesario la implementación del prototipo de georreferenciación con tecnología GPS/GSM. Para la ejecución de pruebas de funcionamiento y determinación del margen de error del prototipo se compara entre los datos referenciales obtenidos por un GPS de un dispositivo móvil versus los datos obtenidos por el prototipo de georreferenciación GPS/GSM, en diferentes lugares dentro de la ciudad de Riobamba. Se muestra el porcentaje de aceptación por parte de la ciudadanía medida obtenida a través de la aplicación de la encuesta realizada en la ciudad de Riobamba.

3.1. Resultados de la Encuesta

A continuación, se muestra los resultados de las 96 personas encuestadas

Tabla 1-3 *Seleccione Su edad*

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos Entre 18 y 25 años	30	31,3
Entre 26 y 32 años	27	28,1
Entre 33 y 40 años	17	17,7
Más de 40 años	22	22,9
Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

Seleccione su Edad

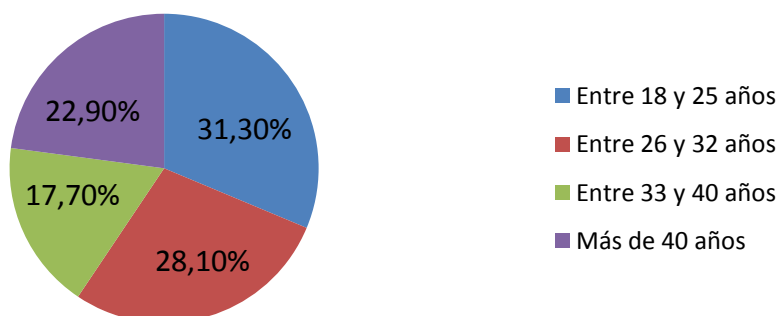


Gráfico 1-3 Porcentaje Tabla 1-3

Fuente: Realizado por el Autor

Como se puede observar en la tabla 1-3 el mayor porcentaje corresponde a la edad de entre 18 y 25 años con el 31.3% y a continuación están la edad entre 26 y 32 años con el 28.1%.

Tabla 2-3 Escoja su género

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Masculino	47	49,0
	Femenino	49	51,0
Total		96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

Escoja su Género

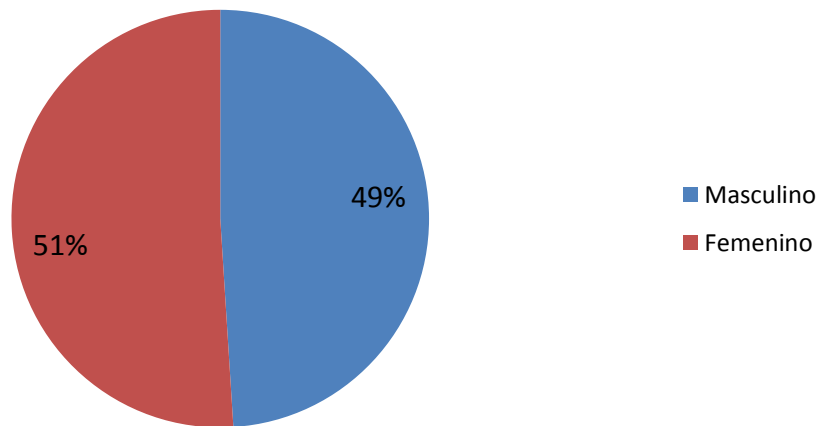


Gráfico 2-3 Porcentaje Tabla 2-3

Fuente: Realizado por el Autor

En cuanto a género se puede observar que se encuestó a 47 mujeres con el 49% y 49 hombres con el 51%.

Tabla 3-3 ¿Le gustaría que existiera un dispositivo de rastreo para conocer la ubicación de la persona vulnerable?

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Si	66	68,8
	No	30	31,3
Total		96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

¿Le gustaría que existiera un dispositivo de rastreo para conocer la ubicación de la persona vulnerable?

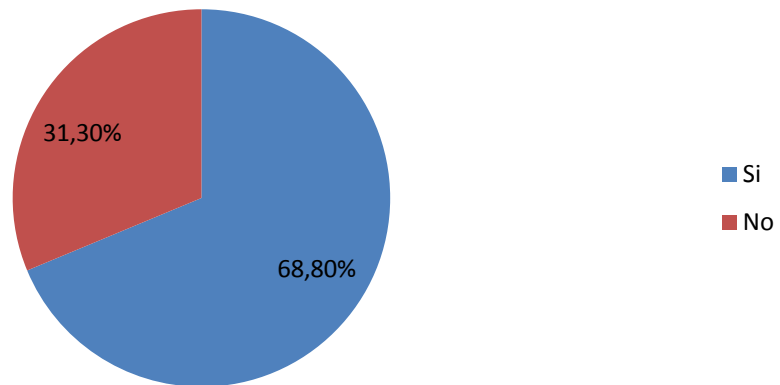


Gráfico 3-3 Porcentaje Tabla 3-3

Fuente: Realizado por el Autor

A la mayoría de personas les gustaría que existiera el dispositivo de rastreo obteniendo el 68.8%

Tabla 4-3 ¿Sabe utilizar un Smartphone?

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Si	87	90,6
	No	9	9,4
	Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

¿Sabe utilizar un Smartphone?

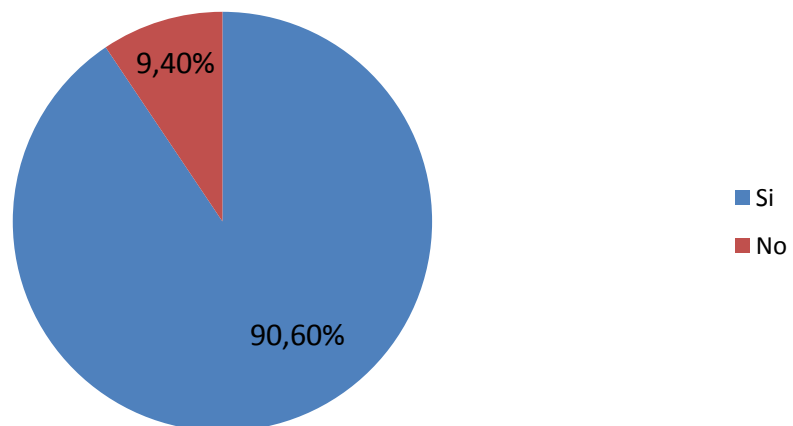


Gráfico 4-3 Porcentaje Tabla 4-3

Fuente: Realizado por el Autor

Como se puede observar la mayoría de personas en la actualidad saben utilizar un Smartphone obteniendo como resultado el 90.6%

Tabla 5-3 ¿Sabe que es un dispositivo GPS/GSM?

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Si	83	86,5
	No	13	13,5
	Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

¿Sabe que es un dispositivo GPS/GSM?

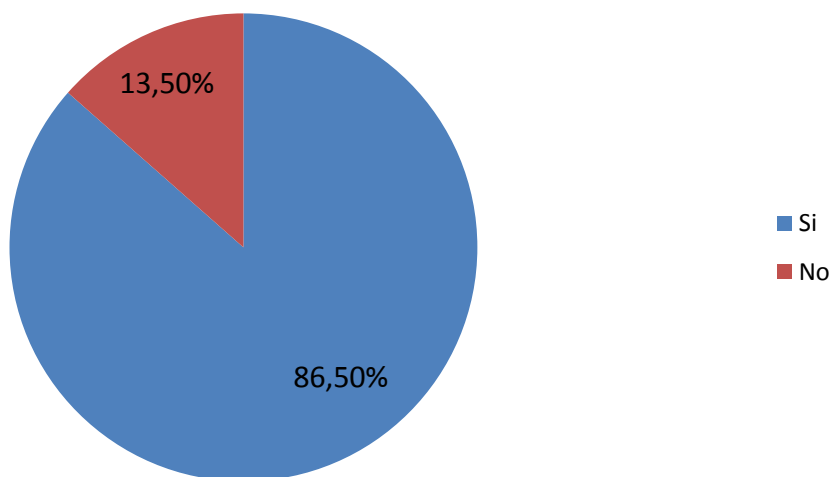


Gráfico 5-3 Porcentaje Tabla 5-3

Fuente: Realizado por el Autor

Al igual que la anterior pregunta la mayoría de personas saben que es un GPS/GSM en la actualidad obteniendo un 86.5%

Tabla 6-3 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el dispositivo GPS/GSM?

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	\$100	95	99,0
	\$200	1	1,0
	Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el dispositivo GPS/GSM?

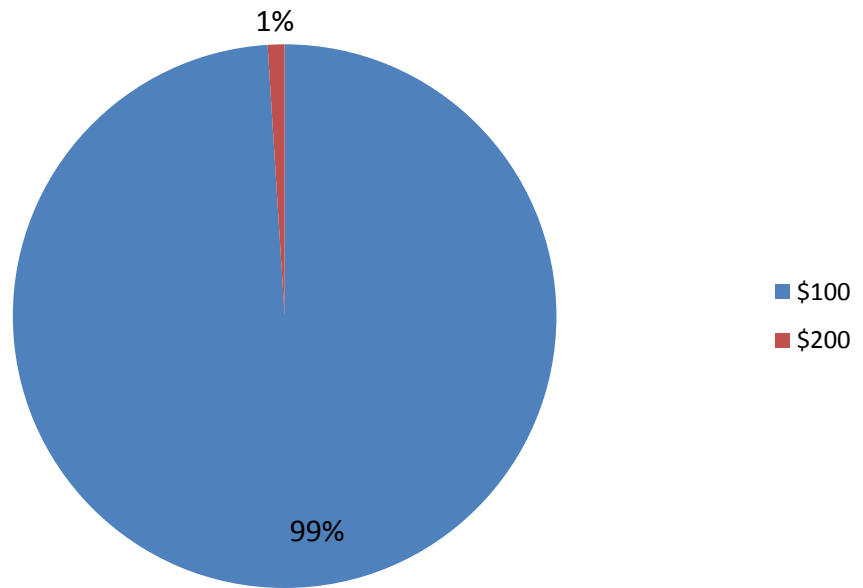


Gráfico 6-3 Porcentaje Tabla 6-3

Fuente: Realizado por el Autor

EL 99% de las personas están de acuerdo en pagar \$100 por el dispositivo GPS/GSM.

Seleccione con una x la respuesta en los siguientes enunciados:

Tabla 7-3 ¿Cree usted que un Smartphone es útil en la actualidad?

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos Totalmente de acuerdo	47	49,0
De acuerdo	27	28,1
En desacuerdo	15	15,6
Totalmente en desacuerdo	7	7,3
Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

¿Cree usted que un Smartphone es útil en la actualidad?

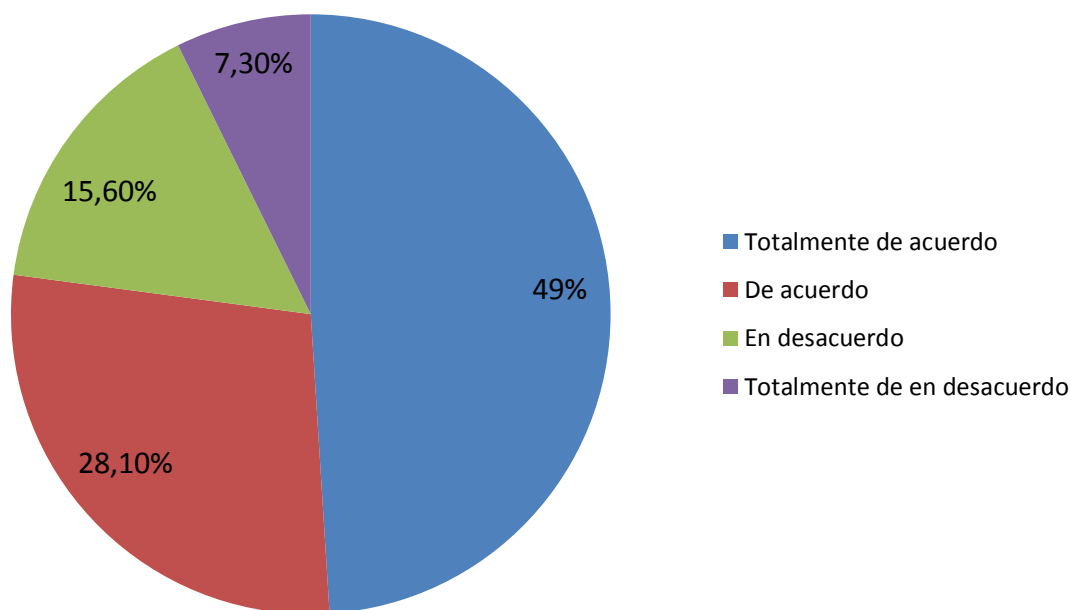


Gráfico 7-3 Porcentaje Tabla 7-3

Fuente: Realizado por el Autor

La mayoría de personas están totalmente de acuerdo que el Smartphone es útil obteniendo el 49% como mayor porcentaje y tan solo el 7.3% está totalmente en desacuerdo.

Tabla 8-3 Los GPS son dispositivos muy útiles

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos Totalmente de acuerdo	40	41,7
De acuerdo	36	37,5
En desacuerdo	13	13,5
Totalmente en desacuerdo	7	7,3
Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

Los GPS son dispositivos muy útiles

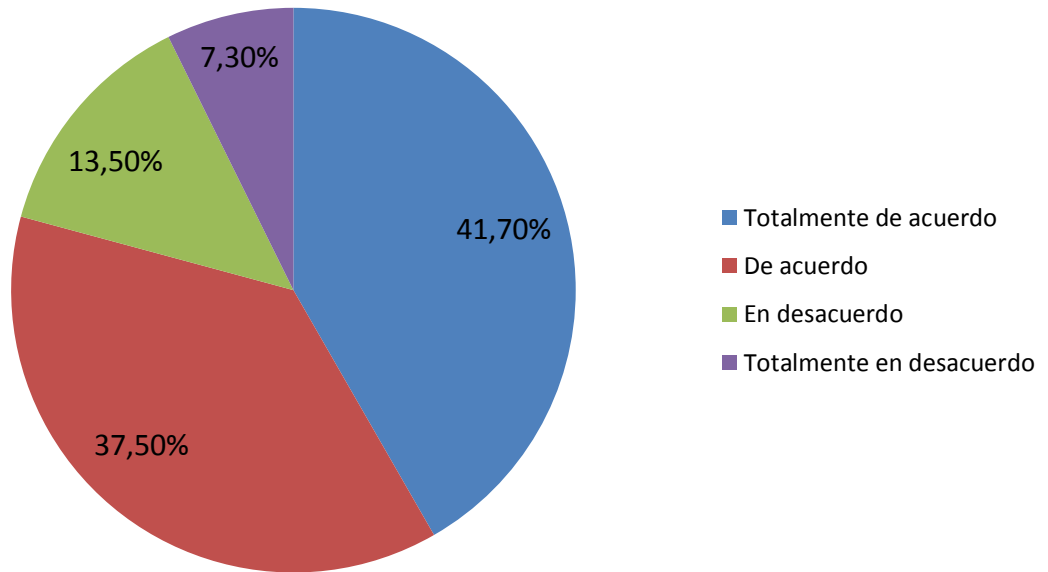


Gráfico 8-3 Porcentaje Tabla 8-3

Fuente: Realizado por el Autor

El 41.7% de personas está totalmente de acuerdo que el GPS es muy útil y tan solo el 7.3% está totalmente en desacuerdo.

Tabla 9-3 Los GPS son fáciles de usar

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos Totalmente de acuerdo	22	22,9
De acuerdo	50	52,1
En desacuerdo	17	17,7
Totalmente en desacuerdo	7	7,3
Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

Los GPS son fáciles de usar

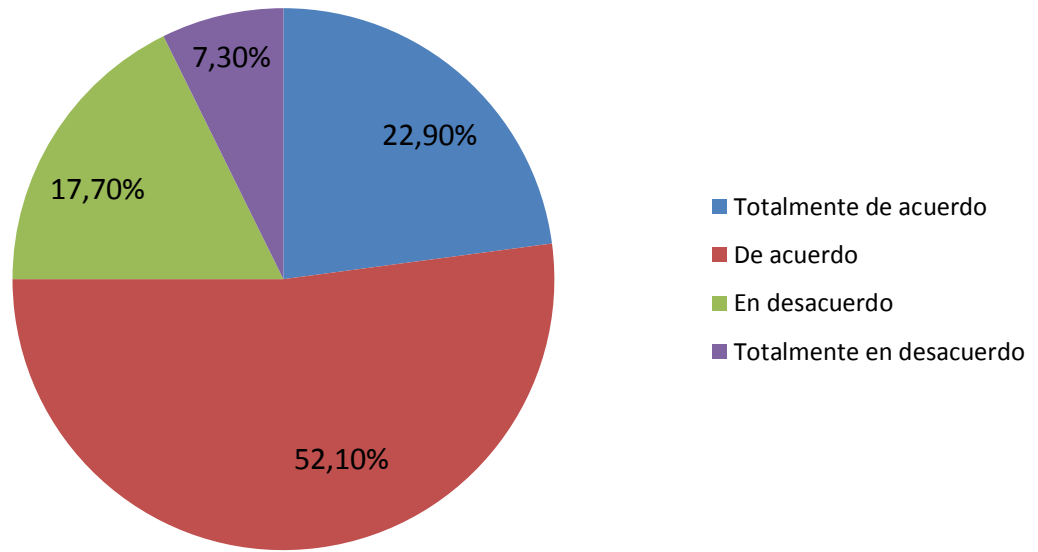


Gráfico 9-3 Porcentaje Tabla 9-3

Fuente: Realizado por el Autor

Se puede observar que el 52.1% de personas están de acuerdo que el GPS es fácil de usar y el 7.3% está totalmente en desacuerdo.

Tabla 10-3 El precio de un GPS es accesible

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos Totalmente de acuerdo	31	32,3
De acuerdo	35	36,5
En desacuerdo	30	31,3
Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

El precio de un GPS es accesible

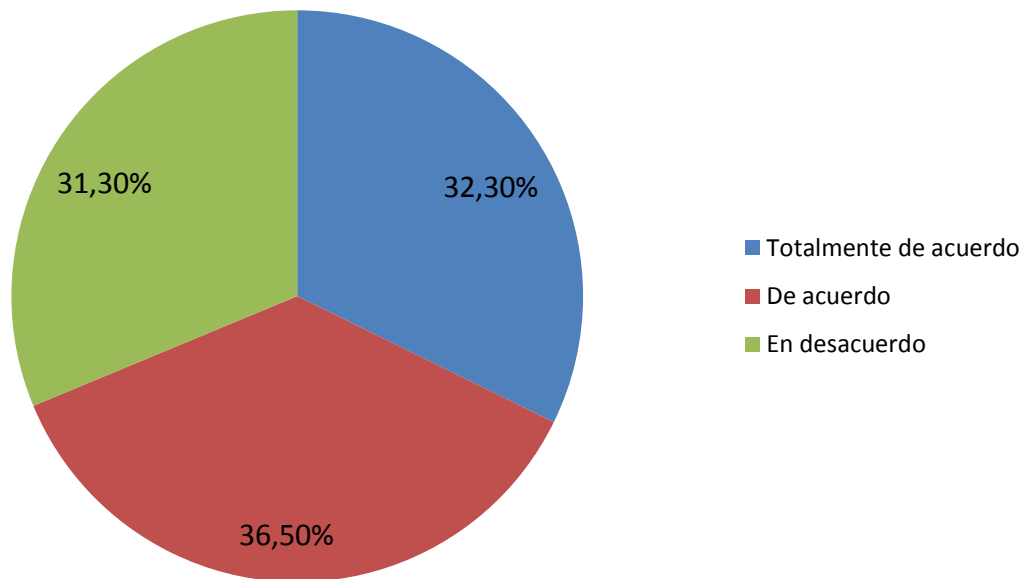


Gráfico 10-3 Porcentaje Tabla 10-3

Fuente: Realizado por el Autor

En la tabla 10-3 Se puede observar que los porcentajes obtenidos en el precio del GPS es accesible, teniendo el 32.3% como totalmente en acuerdo, el 36.5% está de acuerdo y el 31.3% en desacuerdo.

Tabla 11-3 El GPS es un dispositivo ideal para personas con mala orientación

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos Totalmente de acuerdo	33	34,4
De acuerdo	41	42,7
En desacuerdo	18	18,8
Totalmente en desacuerdo	4	4,2
Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

El GPS es un dispositivo ideal para personas con mala orientación

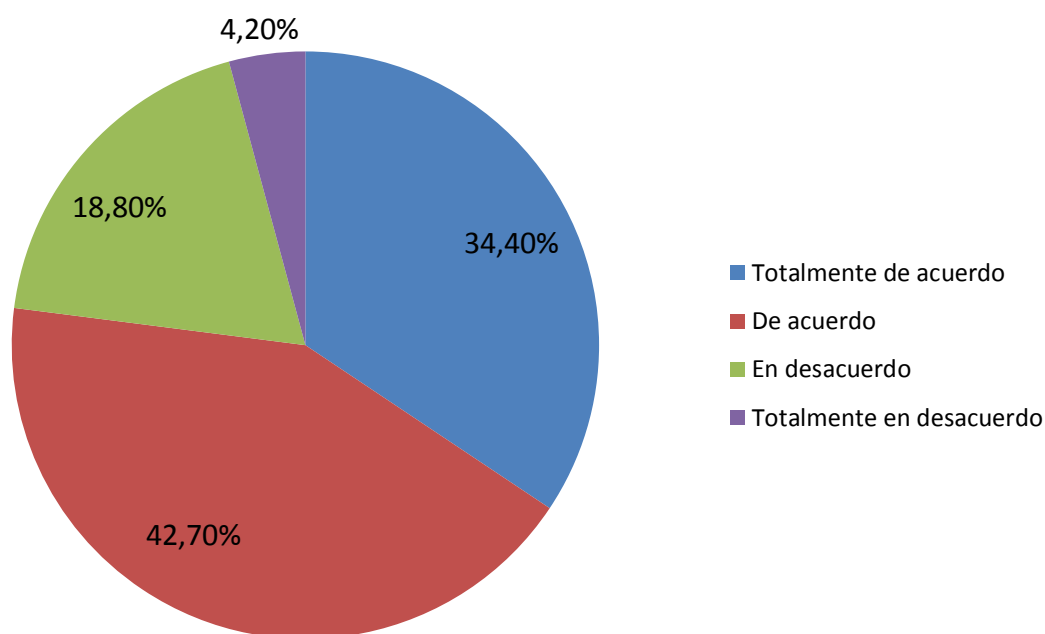


Gráfico 11-3 Porcentaje Tabla 11-3

Fuente: Realizado por el Autor

Las personas están de acuerdo con el 42.7% y el 4.2% está totalmente en desacuerdo que el GPS es ideal para personas con mala orientación.

Tabla 12-3 ¿Cree usted que utilizando el dispositivo GPS/GSM ayudara a mejorar la calidad de vida de su familia?

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos Totalmente de acuerdo	29	30,2
De acuerdo	36	37,5
En desacuerdo	31	32,3
Total	96	100,0

Fuente: Realizado por el Autor

¿Cree usted que utilizando el dispositivo GPS/GSM ayudara a mejorar la calidad de vida de su familia?

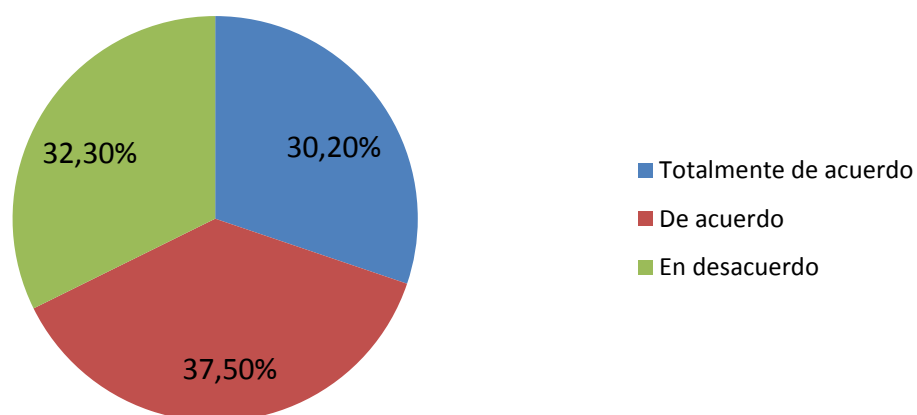


Gráfico 12-3 Porcentaje Tabla 12-3

Fuente: Realizado por el Autor

Como se puede observar el 30.2% está totalmente de acuerdo, 37.5% de acuerdo y el 32.3% en desacuerdo en cuanto a utilizar el dispositivo GPS/GSM para mejorar la calidad de vida de la familia.

3.2. Lectura de Datos

La Placa SIM 808 es la encargada de enviar las coordenadas de ubicación que son latitud y longitud donde se encuentra la persona vulnerable, el chip ATMEGA328P está programado para recibir un mensaje específico y este devuelve un mensaje con las coordenadas de la ubicación donde se encuentra, el mensaje se envía a un número específico y se visualiza en la Aplicación creada para el Smartphone.

Estas coordenadas permiten encontrar a la persona vulnerable en caso de extraviarse.

La siguiente pantalla muestra el resultado cuando no está bien ubicada o no esta insertada la Tarjeta SIM (Chip Movistar) en la Placa SIM 808.



Figura 1-3 Sin Tarjeta SIM

Fuente: Realizado por el Autor

Cuando se ingresa la Tarjeta SIM (chip movistar) mostrara lo siguiente indicando que está listo

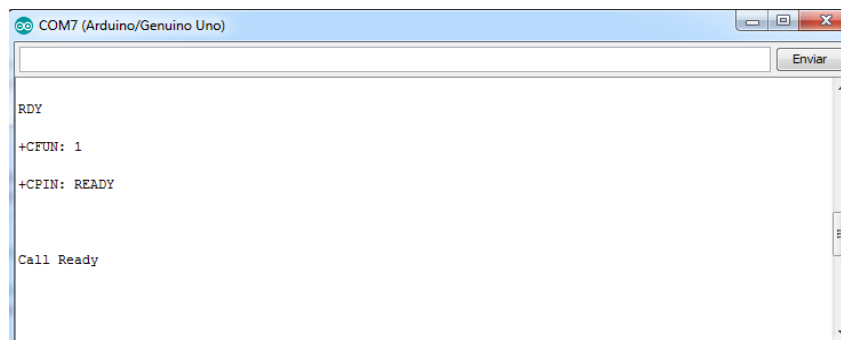


Figura 2-3 Con Tarjeta SIM

Fuente: Realizado por el Autor

Se debe encender el GPS manualmente de la Placa SIM 808 por única vez. Y este procede a obtener las coordenadas de ubicación de donde se encuentra el dispositivo. Nos mostrara las coordenadas de ubicación de la Placa SIM 808 que la persona vulnerable llevara puesta.

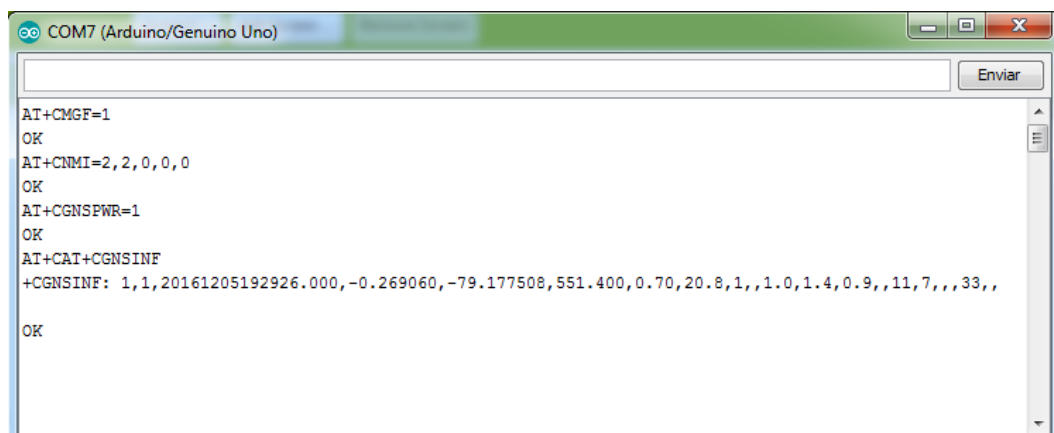
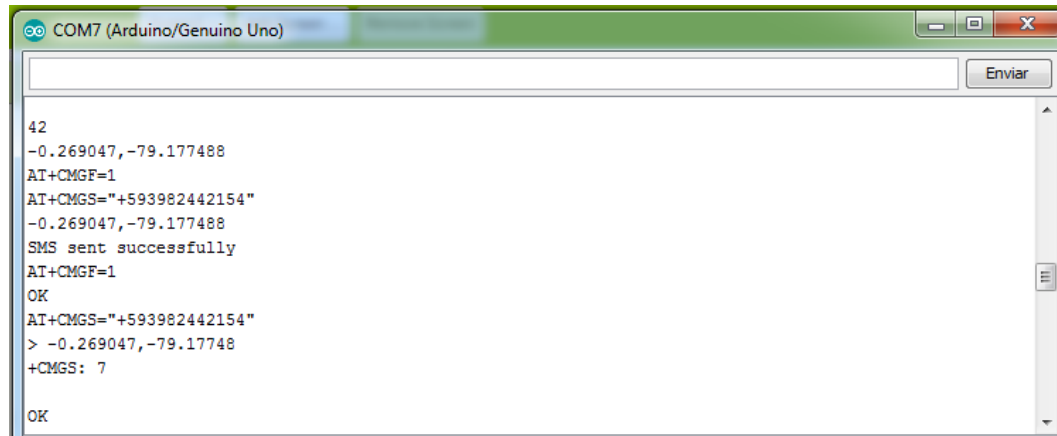


Figura 3-3 Obtención de coordenadas Shield SIM 808

Fuente: Realizado por el Autor

Luego procedemos a enviar el mensaje configurado que es "42" el dispositivo recibe el mensaje y lo compara, si es igual a "42" este procede a enviar el mensaje al número configurado del Smartphone mostrando las coordenadas de ubicación de la persona vulnerable.



```
COM7 (Arduino/Genuino Uno)
42
-0.269047,-79.177488
AT+CMGF=1
AT+CMGS="+593982442154"
-0.269047,-79.177488
SMS sent successfully
AT+CMGF=1
OK
AT+CMGS="+593982442154"
> -0.269047,-79.17748
+CMGS: 7
OK
```

Figura 4-3 Envío de Coordenadas al Smartphone

Fuente: Realizado por el Autor

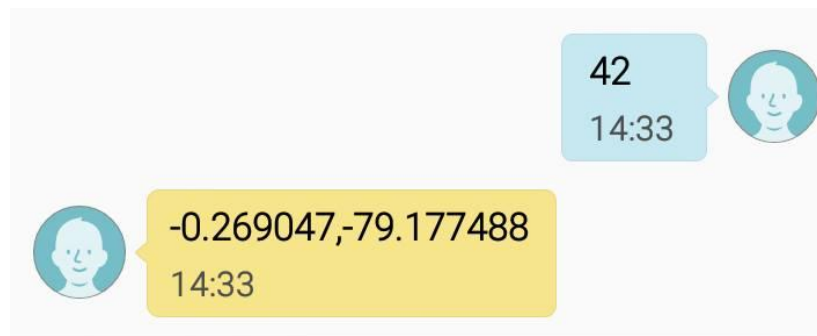


Figura 5-3 SMS Recibido con las Coordenadas

Fuente: Realizado por el Autor

3.3. Análisis y Tabla de Resultados

El proceso de obtención de datos GPS/GSM en este caso fue realizado en 12 lugares diferentes dentro de la ciudad de Riobamba mismos que han sido ubicados sobre el mapa como se puede apreciar en la Figura 6-3 para tener una referencia de coordenadas con las coordenadas recibidas del prototipo de georreferenciación GPS/GSM.

3.3.1. *Ubicación de puntos en la ciudad de Riobamba*



Figura 6-3 Ubicación de los puntos

Fuente: Realizado por el Autor

Estos sitios fueron seleccionados debido a que en cada uno de ellos se tiene diferente concurrencia de personas, logrando principalmente la cobertura del área del centro de la ciudad, en la Tabla 13-3 se muestra información detallada acerca de cada uno de ellos, dentro de esta información se indica los valores de latitud y longitud obtenidos mediante el uso de un GPS.

Los datos referenciales fueron obtenidos por medio de un dispositivo GPS, los cuales fueron obtenidos en cada uno de los puntos establecidos, para luego comparar los datos obtenidos por el prototipo de georreferenciación GPS/GSM y así poder determinar el margen de error del prototipo, el cual se verificó que se encuentra dentro de los parámetros de la SIM 808 con un margen de error de 2.5 metros

3.3.2. *Tabla de puntos seleccionados*

Tabla 13-3 Datos referenciales de los puntos de Riobamba

N° Sitio	Nombre	Latitud	Longitud
1	Parque Sesquicentenario	-1.657620	-78.669868
2	Supermaxi	-1.656057	-78.663894
3	Terminal Terrestre	-1.662876	-78.663334
4	Paseo Shopping	-1.654352	-78.646304
5	Parque Guayaquil	-1.666637	-78.658870
6	Estación del Ferrocarril	-1.669599	-78.654171
7	Mercado La Condamine	-1.673121	-78.656411
8	Parque Sucre	-1.670781	-78.653567
9	Mercado la Merced	-1.673826	-78.650244
10	Parque Maldonado	-1.672744	-78.648332
A	Mercado San Alfonso	-1.671511	-78.646345
B	Parque La Libertad	-1.674583	-78.646163

Fuente: Realizado por el Autor

Las obtenciones de coordenadas con el prototipo de georreferenciación fueron tomadas en cada uno de estos puntos, para verificar el funcionamiento del mismo.

En las Tablas 14-3, se puede observar los resultados de la obtención de coordenadas con el prototipo de georreferenciación de los diferentes puntos establecidos.

3.3.3. *Tabla de resultados obtenidos del prototipo*

Tabla 14-3 Datos obtenidos del prototipo de georreferenciación GPS/GSM.

N° Sitio	Nombre	Latitud	Longitud
1	Parque Sesquicentenario	-1.658174	-78.669829
2	Supermaxi	-1.656306	-78.663572
3	Terminal Terrestre	-1.663258	-78.663396
4	Paseo Shopping	-1.653802	-78.645548
5	Parque Guayaquil	-1.667090	-78.659437
6	Estación del Ferrocarril	-1.669736	-78.653713
7	Mercado La Condamine	-1.673453	-78.656594
8	Parque Sucre	-1.672126	-78.650443
9	Mercado la Merced	-1.673772	-78.650311
10	Parque Maldonado	-1.672660	-78.648568
A	Mercado San Alfonso	-1.671350	-78.646566
B	Parque La Libertad	-1.674255	-78.646264

Fuente: Realizado por el Autor

3.4. Resultados de envío de coordenadas del prototipo hacia a la aplicación del Smartphone y visualización de la ubicación en Google Maps.

En los anexos A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L se puede observar las coordenadas recibidas de los puntos escogidos en la ciudad de Riobamba tal como se muestra en la tabla 14-3.

El prototipo de georreferenciación GPS/GSM envía las coordenadas de ubicación por SMS hacia la aplicación creada para el Smartphone.

Una vez obtenido las coordenadas de ubicación de los 12 lugares, ingresamos las coordenadas de ubicación en la aplicación del Smartphone para poder visualizarlas en Google Maps presionando el botón de "Ver en Google Maps".

Como se puede observar en los resultados expuestos anteriormente en lo referente a la obtención de coordenadas y ubicación de la persona vulnerable en los 12 lugares predeterminados, se puede determinar que los valores registrados están dentro de los valores seleccionados.

CAPITULO IV

4. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO Y LA APLICACIÓN GPS/GSM.

4.1. Uso del Prototipo de Georreferenciación GPS/GSM.

Se debe encender el Prototipo y a continuación se tiene que mantener presionado por 2 segundos el botón de inicio del SIM808.



Figura 1-4 Interruptor para prender el prototipo

Fuente: Realizado por el Autor



Figura 2-4 Interruptor de inicio SIM 808

Fuente: Realizado por el Autor

4.2. Uso de la aplicación en el Smartphone

Se detalla paso a paso como usar la aplicación en el Smartphone.

4.2.1. *Abrir Aplicación*

Abrimos la aplicación GPS/GSM



Figura 3-4 Abrir Aplicación

Fuente: Realizado por el Autor

4.2.2. *Botón Buscar*

Presionamos el botón de "Buscar" y esperamos unos segundos hasta que lleguen las coordenadas de ubicación de la persona vulnerable tal como se muestran en las figuras 4-4,5-4.

Si volvemos a presionar el botón "Buscar" limpiara las coordenadas anteriores y este enviara las coordenadas de ubicación actuales, para saber si la persona vulnerable sigue en la misma ubicación o cambio de lugar, no hace falta guardar las coordenadas ya que estas quedan guardadas como SMS en el Smartphone.



Figura 4-4 Presionando el botón Buscar

Fuente: Realizado por el Autor



Figura 5-4 Coordenadas Recibidas

Fuente: Realizado por el Autor

4.2.3. *Ingreso de Coordenadas*

Ingresamos las coordenadas de ubicación tal como llegaron



Figura 6-4 Ingresando las Coordenadas Recibidas

Fuente: Realizado por el Autor

4.2.4. *Botón Ver en Google Maps*

Presionamos el botón de "Ver en Google Maps" y este abrirá Google Maps y nos mostrará la ubicación de donde se encuentra la persona vulnerable en ese momento. En Google Maps tenemos la opción de ver las calles o vista satélite podremos escoger la mejor opción.



Figura 7-4 Presionando el botón Ver en Google Maps

Fuente: Realizado por el Autor



Figura 8-4 Ubicación en Google Maps

Fuente: Realizado por el Autor

4.2.5. *Botón Ver la Ruta*

Si presionamos el botón de "Ver la Ruta" nos mostrara una opción de ruta para llegar a donde se encuentra la persona vulnerable.



Figura 9-4 Presionando el botón Ver la Ruta

Fuente: Realizado por el Autor



Figura 10-4 Ruta hacia la ubicación de la persona vulnerable

Fuente: Realizado por el Autor

4.2.6. *Botón Nuevas Coordenadas*

Al presionar el botón de "Nuevas Coordenadas" lo que hará es limpiar las ventanas donde se ingresan las coordenadas para volver a ingresar otras coordenadas de ubicación.



Figura 11-4 Presionando el botón Nuevas Coordenadas

Fuente: Realizado por el Autor



Figura 12-4 Ventanas de ingresar coordenadas limpias

Fuente: Realizado por el Autor

CONCLUSIONES

- Se implementó un prototipo de georreferenciación para personas vulnerables mediante el uso de la plataforma Arduino y dispositivos GPS/GSM a bajo costo porque los componentes electrónicos seleccionados son más baratos que los de la tecnología SIM900 y la tarjeta Arduino UNO ofrece características de programación para el manejo de coordenadas geográficas, entre otras características técnicas.
- En nuestro medio, según los resultados de las encuestas realizadas en este estudio se determina que el 68.8% de personas requieren de un dispositivo de rastreo para conocer la ubicación de la persona vulnerable.
- La tarjeta GPS/GSM utilizada es la Shield SIM 808 la misma que consta de una antena GPS externa permitiendo una mejor recepción de la señal de GPS, es de bajo consumo de energía y tamaño pequeño.
- Debido a que el dispositivo debe ser transportado con la mayor facilidad se consideró como un factor importante el tamaño de dispositivo de georreferenciación, diseñándolo con dimensiones menores que resultaron a 5 x 7.8 cm.
- Para el control y funcionamiento global del dispositivo se programa las funciones de control y filtro de las sentencias NMEA con el fin de obtener las coordenadas de georreferenciación esto se lo hace a través de la tarjeta seleccionada con el software de desarrollo propio de Arduino.
- El uso de Google Maps en el app creado para el prototipo, permite mayor precisión y guía de la ubicación de la persona extraviada.
- La precisión ofrecida por el dispositivo se limita a 2.5 metros como lo muestra la hoja de especificaciones técnicas de la SIM808 [ver tabla 6-2]. Las precisiones de los puntos de ubicación han sido comparadas entre las medidas obtenidas por el prototipo y la ubicación en Google Maps, se observa que la diferencia entre los puntos de latitud y longitud se encuentra en este rango aceptable de precisión. [ver tabla 14-3].

RECOMENDACIONES

- Programar el Arduino UNO para parsear la cadena NMEA para obtener la información de interés.
- Determinar la operadora móvil sobre el cual el prototipo va a trabajar, con el fin de configurarlo bajo comandos específicos.
- Configurar la velocidad de comunicación a 9600 baudios y todos los comandos AT necesarios para el funcionamiento de la Shield SIM 808 para evitar inconvenientes al momento de la comunicación con los dispositivos.
- Utilizar la Shield SIM 808 y la antena GPS externa, en lugares abiertos para obtener mejor recepción de la señal satelital.
- Revisar que la tarjeta SIM de la Shield SIM 808 y la tarjeta SIM del Smartphone dispongan de mensajes o saldo para el correcto funcionamiento del prototipo.
- Revisar que el Smartphone tenga conexión a internet y a la vez este encendido el GPS para la correcta visualización del prototipo.
- Verificar que en la programación Arduino y MIT App Inventor los números configurados estén con el código "+593" para evitar conflictos de envío de información.
- Revisar antes de realizar la obtención de coordenadas de ubicación que el Shield SIM 808 tenga puesto la tarjeta SIM correctamente y constatar que el botón de inicio este encendido el cual hace funcionar la parte GPS y GSM.
- Verificar la obtención de coordenadas de ubicación en otras condiciones climáticas y en otros lugares dentro de la ciudad de Riobamba para ratificar que las coordenadas obtenidas se encuentran en el rango aceptable.
- El prototipo no solo está destinado para personas vulnerables, por lo que podría ser empleado para otros fines ya que su uso está destinado para el posicionamiento y localización de cualquier objeto o persona del país con la condición que tenga la aplicación propia desarrollada en el Smartphone.

BIBLIOGRAFÍA

ARDUINO. Arduino Uno. [En línea] 21 de Marzo de 2013. [Consulta: 26 de Octubre de 2016.]. Disponible en:

<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.

ARDUINO. ¿Qué es Arduino? [En línea]. [Consulta: 26 de Octubre de 2016.]. Disponible en:

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>.

BAYLE, Julien. C. Programming for Arduino. Olton, Birmingham, GBR: Packt Publishing Ltd, 2013. [Consulta: 26 Octubre 2016]. Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/epoch/reader.action?docID=10714267&ppg=1>

BEVLY, David M., and COBB, Stewart. GNSS for Vehicle Control. Norwood, MA, USA: Artech House, 2010. [Consulta: 27 Octubre 2016]. Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/epoch/reader.action?docID=10421845&ppg=5>

BLUM, Jeremy. Exploring Arduino. Tools and Techniques for Engineering Wizardry. Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2013. [Consulta: 25 Octubre 2016]. Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/epoch/reader.action?docID=10735206&ppg=1>

CEVALLOS Adrián, & CHILLÁN Edgar. Construcción de un control electrónico de una cerradura eléctrica de 4 dígitos con alarma de seguridad para un departamento [En línea] (tesis).Escuela Politécnica Nacional, Formación Tecnológica, Electrónica y Telecomunicaciones. Quito-Ecuador. 2008. pp.45-47. [Consulta: 2016-10-27]. Disponible en:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2099>

CCM. Estandar GSM(Sistema Global de Comunicaciones Móviles). [En línea] 16 de Octubre de 2008. [Consulta: 24 de Septiembre de 2016.]. Disponible en:

<http://es.ccm.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>.

Fiscalía General del Estado de Ecuador. Google Drive. [En línea] 30 de Agosto de 2016. [Consulta: 28 de Septiembre de 2016.]. Disponible en:

<https://drive.google.com/file/d/0B2hw2E71-S5TM3p4aG04YTBtZm8/view>.

HeTPro Store. Herramientas Tecnológicas Profesionales. [En línea] 3 de Enero de 2016. [Consulta: 27 de Octubre de 2016.]. Disponible en:

<https://hetpro-store.com/sim808-modulo-gsm-gprs-gps-con-antena-gps/?currency=MXN>.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía . [En línea] 15 de Marzo de 2014. [Consulta: 28 de Septiembre de 2016.]. Disponible en:

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx?dv=c1>.

LAWRENCE,Letham. *GPS Fácil.* Barcelona-España : Paidotribo, 2001, pp.5-12

National Academy of Engineering. Global Navigation Satellite Systems: Report of a Joint Workshop of the National Academy of Engineering and the Chinese Academy of Engineering. Washington, DC, USA: National Academies Press, 2012. [Consulta: 25 Octubre 2016].

Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/epoch/reader.action?docID=10557784&ppg=13>

NUSSEY, John. Arduino for Dummies. Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2013. [Consulta: 25 Octubre 2016]. Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/epoch/reader.action?docID=10695401&ppg=1>

PARKINSON, Bradford W, & SPILKER, James J. Global Positioning System: Theory and Applications, Volume I. Reston, VA, USA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1996. [Consulta: 27 Octubre 2016]. Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/epoch/reader.action?docID=10516768&ppg=34>

PARRAGA VILLAMAR, Viviana Cristina. Diseño de un sistema de tracking y mapeo de dispositivos GTB gestionada a través de una aplicación web [En línea](tesis). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ingeniería Electrónica y Redes de Información. Quito-Ecuador. 2015. pp.59-60. [Consulta: 2016-10-24]. Disponible en:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11305>

PRASAD, Ramjee, & RUGGIER, Marina. Applied Satellite Navigation Using GPS, and Augmentation Systems. Norwood, MA, USA: Artech House, 2005. [Consulta: 28 Octubre 2016].

Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/epoch/reader.action?docID=10081977&ppg=15>

RAO, B. Rama, KUNYSZ, W, and FANTE, R. GPS/GNSS Antennas. Norwood, MA, USA: Artech House, 2012. [Consulta: 28 Octubre 2016]. Disponible en:
<http://site.ebrary.com/lib/epoch/reader.action?docID=10818326&p2pg=1>

RICOY RIEGO, Antonio. App Inventor en Español. [En línea] 26 de Febrero de 2011. [Consulta: 20 de Octubre de 2016.]. Disponible en:
<https://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>.

RICOY RIEGO, Antonio. App Inventor en Español. [En línea] 26 de Febrero de 2011. [Consulta: 21 de Octubre de 2016.]. Disponible en:
<https://sites.google.com/site/appinventormegusta/conceptos>.

SANTIAGO, Raúl, et al. Mobile Learning. [En línea] [Consulta: 28 de Octubre de 2016.]. Disponible en :
[https://books.google.com.ec/books?id=AULhBgAAQBAJ&pg=PT26&lpg=PT26&dq=El+tel%C3%A9fono+inteligente+\(Smartphone\)+es+un+tipo+de+tel%C3%A9fono+m%C3%B3vil+construido+sobre+una+plataforma+inform%C3%A1tica+m%C3%B3vil,+con+mayor+capacidad+de+almacenar+datos+y+re](https://books.google.com.ec/books?id=AULhBgAAQBAJ&pg=PT26&lpg=PT26&dq=El+tel%C3%A9fono+inteligente+(Smartphone)+es+un+tipo+de+tel%C3%A9fono+m%C3%B3vil+construido+sobre+una+plataforma+inform%C3%A1tica+m%C3%B3vil,+con+mayor+capacidad+de+almacenar+datos+y+re).

USA. GPS.GOV. [En línea] 5 de Enero de 2016. [Consulta: 26 de Septiembre de 2016.]. Disponible en: <http://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>.

UVIDIA ARMIJO, Luis Alberto, & ESTRADA BRITO, Nestor Augusto. Diseño e Implementación de un Sistema Electrónico Prototipo Georeferenciado para Monitoreo y Control de Puertas de Buses en Paradas Específicas de la Ciudad de Riobamba [En línea] (tesis).Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería en Electrónica Telecomunicaciones y Redes. Riobamba-Ecuador. 2015. pp.18-19. [Consulta: 2016-10-23]. Disponible en:
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/5090>

ANEXOS

ANEXO A: Coordenadas Sitio 1 Parque Sesquicentenario

GPS/GSM

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

Buscar

Coordenadas /
-1.658174, -78.669829

Ingrese las coordenadas recibidas

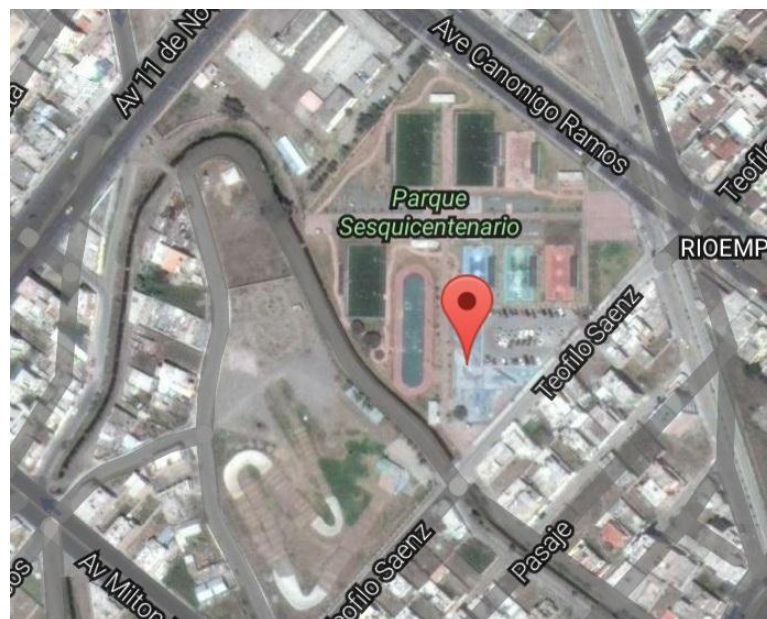
-1.658174 , -78.669829

Ver en Google Maps

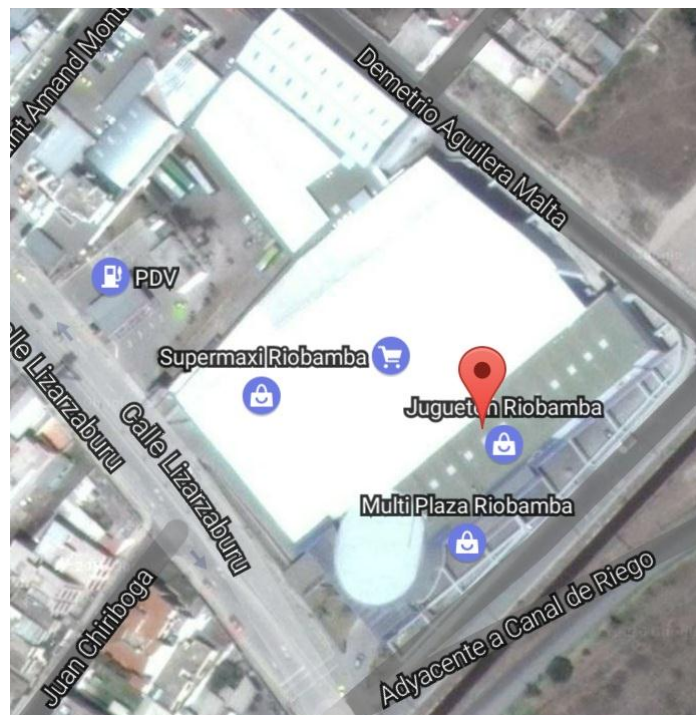
Ver la Ruta

Nuevas Coordenadas

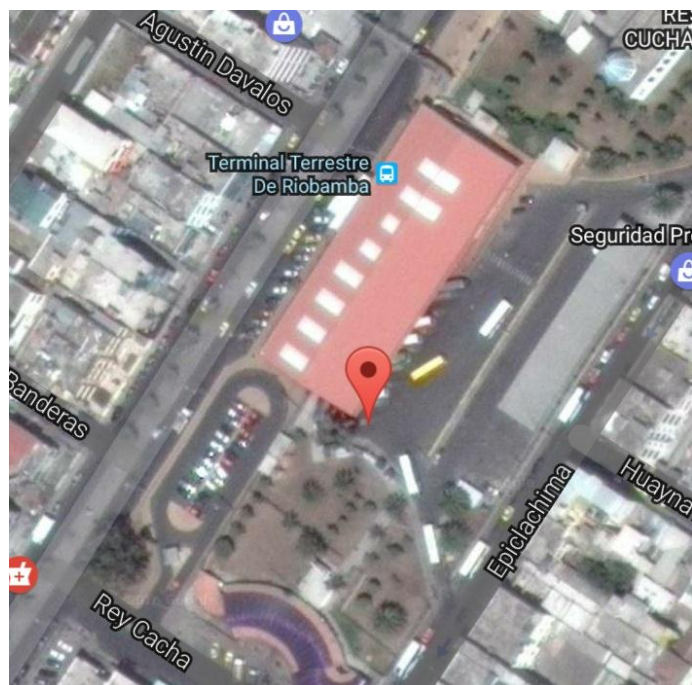
Diseñador: Carlos Chamba



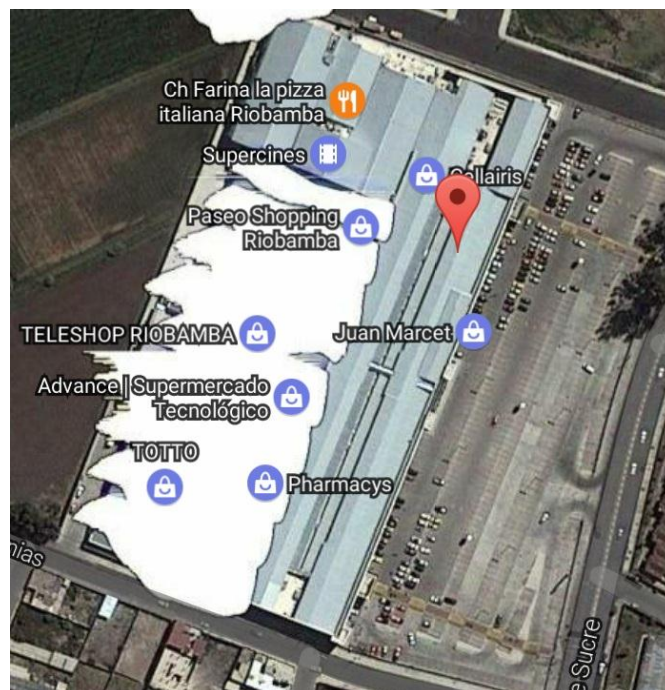
ANEXO B: Coordenadas Sitio 2 Supermaxi



ANEXO C: Coordenadas Sitio 3 Terminal Terrestre



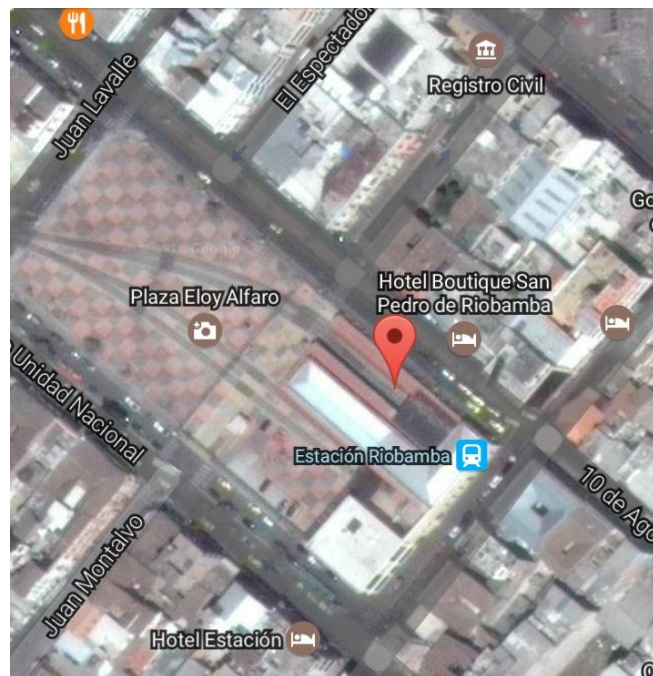
ANEXO D: Coordenadas Sitio 4 Paseo Shopping



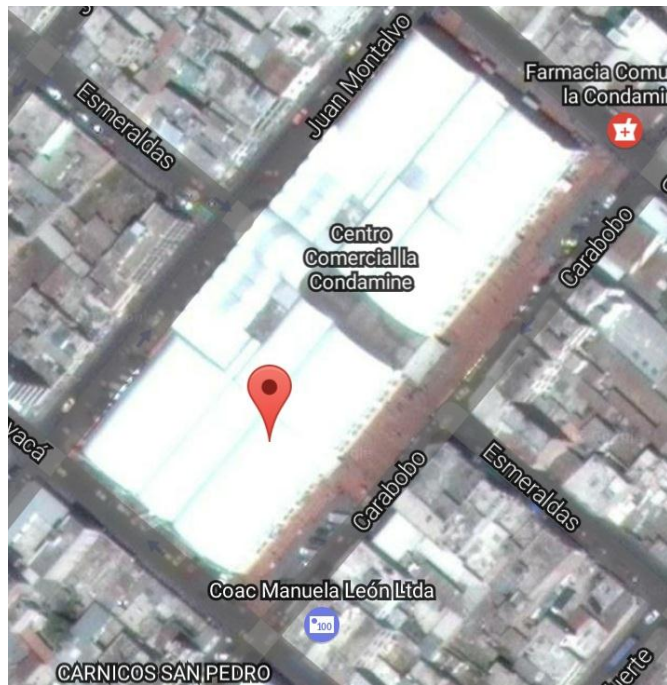
ANEXO E: Coordenadas Sitio 5 Parque Guayaquil



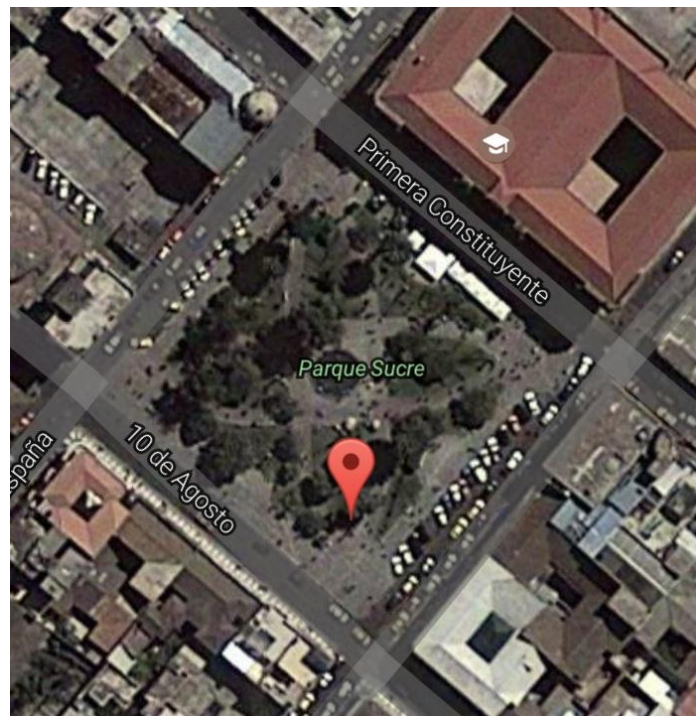
ANEXO F: Coordenadas Sitio 6 Estación del Ferrocarril



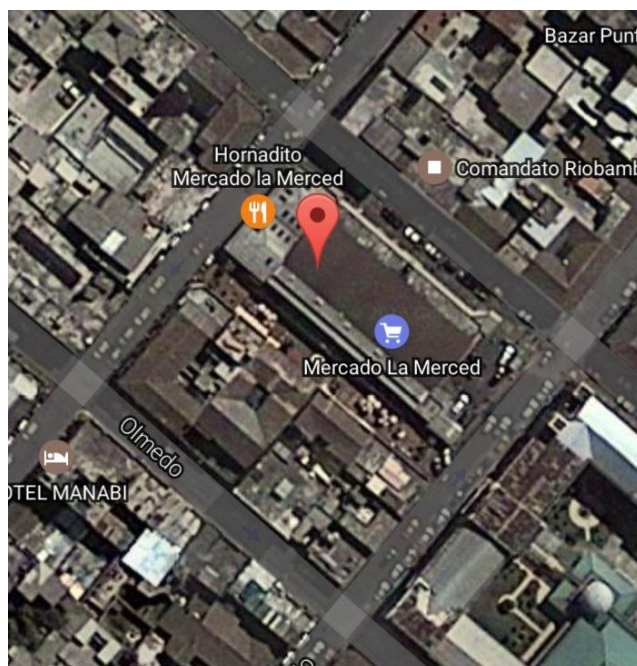
ANEXO G: Coordenadas Sitio 7 Mercado la Condamine



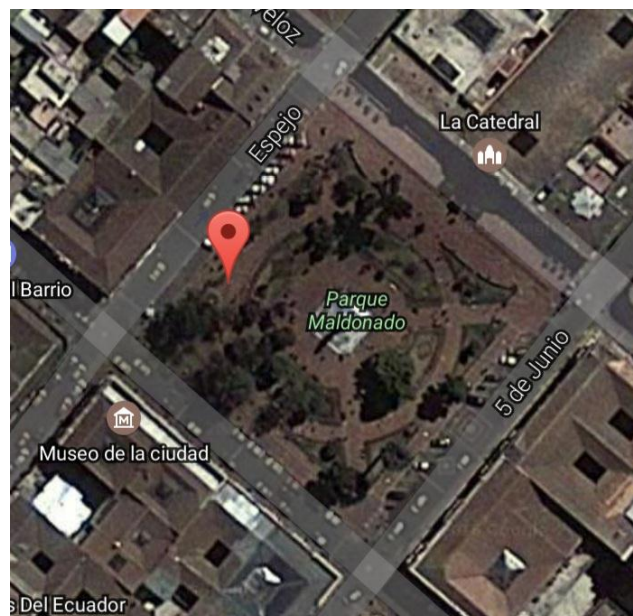
ANEXO H: Coordenadas Sitio 8 Parque Sucre



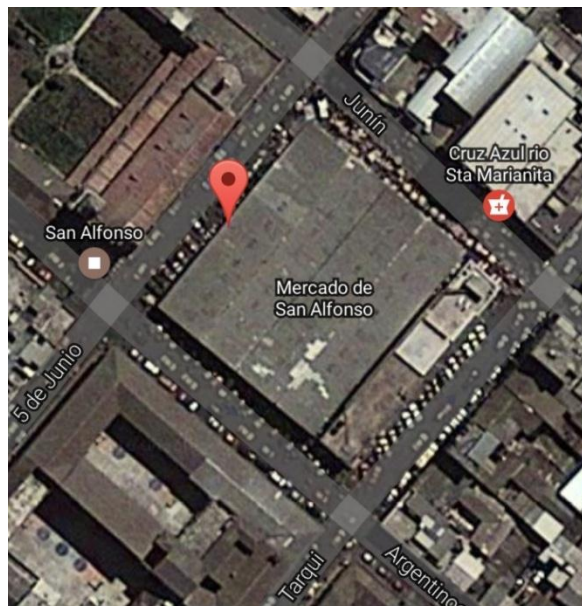
ANEXO I: Coordenadas Sitio 9 Mercado La Merced



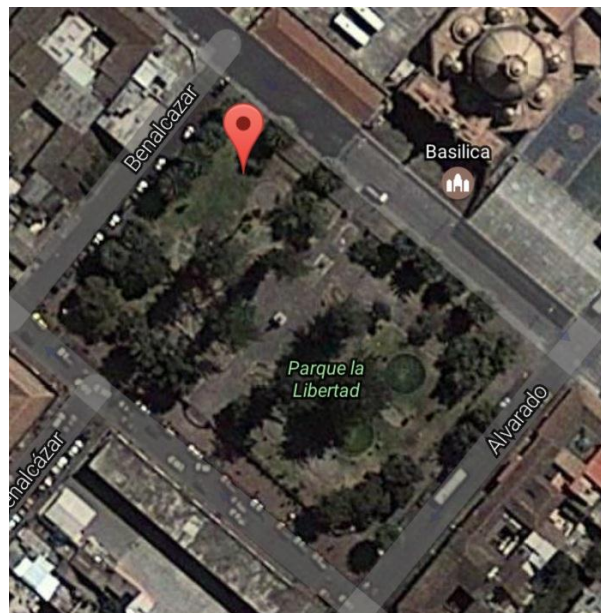
ANEXO J: Coordenadas Sitio 10 Parque Maldonado



ANEXO K: Coordenadas Sitio A Mercado San Alfonso



ANEXO L: Coordenadas Sitio B Parque La Libertad



ANEXO M: Programación Arduino

```
#include<SoftwareSerial.h> //Comunicación serial virtual
#include<stdio.h>
#include<string.h>
#define DEBUG true
String incoming_char="";
String dato=""; // guardo SMS Filtrado
String msgps="";
SoftwareSerialmySerial(7,8); // defino pines el 7 como Tx y el 8 como Rx

voidsetup() {
  Serial.begin(9600); // el serial comienza en 9600 baudios
  mySerial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT);
  delay(10000);
  mySerial.print("AT+CMGF=1\r"); // envía SMS en modo de texto
  delay(100);
  mySerial.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r"); // envía nuevo SMS y recibe a la salida serial del shield
  GSM
  delay(100);
  delay(500);
  mySerial.println("AT+CGNSPWR=1"); // enciende GNSS
  delay(500);
  mySerial.println("AT+CGNSSEQ=RMC"); // define el ultimo NMEA analizado
  delay(500);
  mySerial.println("AT+CGNSINF"); // lee la información de navegación GNSS
}

voidloop() {

  digitalWrite(13, HIGH); // cuando el led está encendido

  Serial.println(mySerial.readString());
  dato=mySerial.readString().substring(15,17); //Filtro el mensaje para que solo quede "42"
```

```
Serial.println(dato);
if(dato=="42"){ // solo si dato es igual a 42 envía el mensaje
mySerial.println("AT+CGNSINF");
msgps=mySerial.readString().substring(46,66); // Filtro para que solo se visualice latitud y
longitud
Serial.println(msgps); //mySerial.readString()
```

```
mySerial.print("AT+CMGF=1\r"); //enviando SMS en modo de texto
Serial.println("AT+CMGF=1\r");
delay(1000);
mySerial.print("AT+CMGS=\"+593984117267\"\r"); // numero celular al cual se envía el SMS
Serial.println("AT+CMGS=\"+593984117267\"\r");
delay(1000);
mySerial.print(msgps); // mensaje
Serial.println(msgps);
delay(1000);
mySerial.write(0x1A); //envía un Ctrl+Z para fin del mensaje
delay(1000);
Serial.println("SMS sent successfully");
```

```
digitalWrite(13, HIGH); // cuando el led está encendido
delay(100); // espera un segundo
digitalWrite(13, LOW); // cuando el led está apagado
delay(100);
```

```
digitalWrite(13, HIGH); // cuando el led está encendido
delay(100); // espera un segundo
digitalWrite(13, LOW); // cuando el led está apagado
delay(100);
```

```
digitalWrite(13, HIGH); // cuando el led está encendido
delay(100); // espera un segundo
digitalWrite(13, LOW); // cuando el led está apagado
delay(100);
```

```
digitalWrite(13, HIGH); // cuando el led está encendido
delay(100);           // espera un segundo
digitalWrite(13, LOW); // cuando el led está apagado
delay(100);
```

```
digitalWrite(13, HIGH); // cuando el led está encendido
delay(100);           // espera un segundo
digitalWrite(13, LOW); // cuando el led está apagado
delay(100);
}
}
```

ANEXO N: Programación en bloques de la APP GPS/GSM

```
when BBuscar .Click
do
  set Texting1 . PhoneNumber to "+593984656342 "
  set Texting1 . Message to "42 "
  call Texting1 . SendMessage

when Texting1 .MessageReceived
  number messageText
do
  set LCoordenadas . Text to get messageText

when BNuevasCoordenadas .Click
do
  set TLatitud . Text to "0 "
  set TLongitud . Text to "0 "

initialize global latitud to 0

initialize global longitud to 0

when LocationSensor1 .LocationChanged
  latitude longitude altitude speed
do
  set global latitud to get latitude
  set global longitud to get longitude

when BGooglemaps .Click
do
  set global latitud to TLatitud . Text
  set global longitud to TLongitud . Text
  set ActivityStarter1 . ActivityClass to " com.google.android.maps.MapActivity "
  set ActivityStarter1 . DataUri to join " geo:0,0?q= "
  get global latitud
  " , "
  get global longitud
  call ActivityStarter1 .StartActivity

when BRuta .Click
do
  set global latitud to TLatitud . Text
  set global longitud to TLongitud . Text
  set ActivityStarter1 . ActivityClass to " com.google.android.maps.driveabout.app.NavigationActivity "
  set ActivityStarter1 . DataUri to join " google.navigation:///?q= "
  get global latitud
  " , "
  get global longitud
  call ActivityStarter1 .StartActivity
```

ANEXO O: Encuesta



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

La presente encuesta se realiza con la finalidad de conocer el grado de aceptación de un nuevo dispositivo GPS/GSM para las personas vulnerables (niños, discapacitados y ancianos /as) dirigido para la ciudad de Riobamba.

Muchas gracias por su colaboración.

1. Seleccione su Edad:

- Entre 18 y 25 años
- Entre 26 y 32 años
- Entre 33 y 40 años
- Más de 40 años

2. Escoja su Género:

- Masculino Femenino

3. ¿Le gustaría que existiera un dispositivo de rastreo para conocer la ubicación de la persona vulnerable?

- Sí No

4. ¿Sabe utilizar un Smartphone?

- Sí No

5. ¿Sabe que es un dispositivo GPS/GSM?

- Sí No

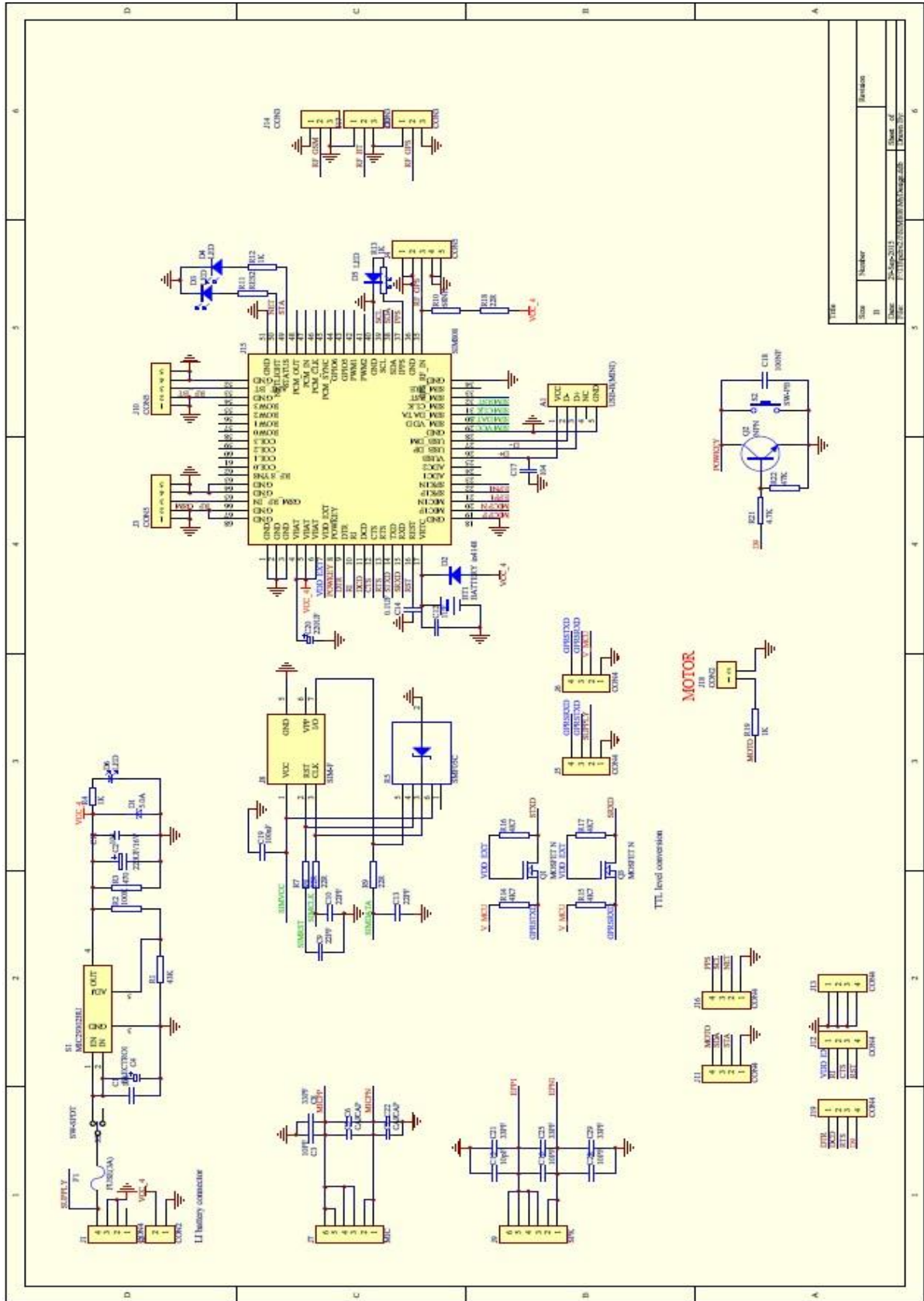
6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el dispositivo GPS/GSM?

- \$100 \$200 \$300

7. Seleccione con una x la respuesta en los siguientes enunciados:

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
¿Cree usted que un Smartphone es útil en la actualidad?				
Los GPS son dispositivos muy útiles				
Los GPS son fáciles de usar				
El precio de un GPS es accesible				
El GPS es un dispositivo ideal para personas con mala orientación				
¿Cree usted que utilizando el dispositivo GPS/GSM ayudara a mejorar la calidad de vida de su familia?				

ANEXO P: Datasheet SIM808



Item	Number	Quantity
1	SI	1
2	U1	1
3	U2	1
4	U3	1
5	D1-D4	4
6	M1	1
7	C18	1
8	F1	1
9	J1	1
10	SW-ON/OFF	1

Item	Number	Quantity
1	SI	1
2	U1	1
3	U2	1
4	U3	1
5	D1-D4	4
6	M1	1
7	C18	1
8	F1	1
9	J1	1
10	SW-ON/OFF	1

ANEXO Q: Datasheet Arduino Uno

