

**ESCUELA MILITAR DE INGENIERIA
MCAL. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE
BOLIVIA**

TRABAJO DE GRADO



**DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE REPORTE DE UBICACIÓN DE
PERSONAS.**

CASO: PACIENTES CON ESQUIZOFRENIA

OSCAR GABRIEL ALCÁZAR GUTIÉRREZ

LA PAZ, 2016

**ESCUELA MILITAR DE INGENIERÍA
MCAL. ANTONIO JOSÉ DE SUCRE
BOLIVIA**

TRABAJO DE GRADO

**DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE REPORTE DE UBICACIÓN
DE PERSONAS.**

CASO: PACIENTES CON ESQUIZOFRENIA

OSCAR GABRIEL ALCÁZAR GUTIÉRREZ

**Trabajo de Grado
presentado como requisito
para optar al título de
Licenciado en Ingeniería en
Sistemas Electrónicos.**

TUTOR: ING. JAVIER FREDDY CALLEJAS PASTOR

LA PAZ, 2016

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
1	GENERALIDADES..... 1
1.1	INTRODUCCIÓN..... 1
1.2	ANTECEDENTES. 2
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 5
1.3.1	Identificación del problema..... 5
1.3.2	Formulación del problema. 6
1.4	OBJETIVOS. 6
1.4.1	Objetivo general. 6
1.4.2	Objetivos específicos..... 6
1.5	JUSTIFICACIÓN. 7
1.5.1	Justificación técnica..... 7
1.5.2	Justificación social..... 7
1.5.3	Justificación académica..... 7
1.6	LÍMITES Y ALCANCES..... 7
1.6.1	Límites..... 7
1.6.2	Alcances..... 8
2	MARCO TEÓRICO..... 10
2.1	ESQUIZOFRENIA Y SUS TIPOS..... 10
2.1.1	Tipos de esquizofrenia. 11
2.1.1.2	Esquizofrenia Hebefrénica..... 12
2.1.1.3	Esquizofrenia Paranoide..... 13
2.1.1.4	Esquizofrenia Catatónica..... 13
2.1.2	Esquizofrenia en Bolivia 13
2.1.3	Normativa legal..... 16
2.1.4	Cálculo de la muestra..... 17
2.2	MICROCONTROLADOR, MÓDULOS GPS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN..... 18
2.2.1	Microcontrolador..... 18

2.2.1.2	Salidas.....	20
2.2.1.3	Unidad Central de Proceso (CPU).....	20
2.2.1.4	Reloj.	20
2.2.1.5	Memoria.....	21
2.2.2	Sistema de posicionamiento global.	21
2.2.3	Telefonía móvil 2G.	25
2.3	COMPONENTES DEL DISPOSITIVO GPS PORTÁTIL.....	26
2.3.1	Comparación entre microcontroladores.....	26
2.3.2	Placas Arduino.	27
2.3.3	Módulos GPS.	28
2.3.3.2	Módulo SIM908 GPS GPRS QUAD-BAND.	29
2.3.4	Cálculo de potencia.	30
2.3.5	Cálculo del tiempo de autonomía.	30
2.4	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DEL DISPOSITIVO GPS.....	31
2.4.1	Módulo GPS+GPRS con comandos AT en Arduino.....	32
2.4.2	Uso del módulo en modo autónomo GPS.	32
2.5	PLATAFORMAS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES ANDROID.....	33
2.5.1	Características de Android.	33
2.5.2	Plataformas de programación Android.	34
2.6	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN ANDROID.	35
2.6.1	Basic4Android	35
2.6.2	Mono para Android	36
2.6.3	App Inventor	36
2.6.4	LiveCode	36
2.6.5	Eclipse.....	37
3	MARCO PRÁCTICO.....	39
3.1	MEDIDAS EMPLEADAS PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL A PACIENTES CON ESQUIZOFRENIA.	39
3.2	DISEÑO DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL.....	45
3.2.1	Bloque del módulo GPS.	45

3.2.2	Bloque del microcontrolador.....	46
3.2.3	Bloque del módulo de comunicación.....	47
3.2.4	Bloque del sensor de seguridad.....	48
3.3	SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL..	48
3.3.1	Selección de los módulos.....	48
3.3.2	Selección de la plataforma para el bloque del microcontrolador.....	49
3.4	DESARROLLO DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL.....	51
3.4.1	Comunicación entre la placa arduino y la computadora personal.....	52
3.4.2	Desarrollo de la programación.....	53
3.4.3	Tiempo de autonomía del dispositivo.....	57
3.5	PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN ANDROID.....	57
3.6	DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE PERÍMETRO DE SUPERVISIÓN.....	65
4	EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	73
4.1	EVALUACIÓN TÉCNICA.....	73
4.2	COSTO DEL PROYECTO.....	83
4.2.1	Costo del prototipo.....	83
4.2.2	Costo de ensamblaje.....	84
4.2.3	Costo-Beneficio.....	84
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
5.1	CONCLUSIONES.....	88
5.2	RECOMENDACIONES.....	89

BIBLIOGRAFÍA.

ANEXOS.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1	ERRORES DE PRECISIÓN GPS. 24
TABLA 2	FRECUENCIAS USADAS POR LAS COMPAÑÍAS PARA LA TECNOLOGÍA 2G..... 25
TABLA 3	COMPARACIÓN DE MICROCONTROLADORES..... 26
TABLA 4	COMPARACIÓN ENTRE MODELOS DE ARDUINO..... 27
TABLA 5	COMANDOS AT..... 32
TABLA 6	COMANDOS AT PARA LA CONEXIÓN GPS..... 33
TABLA 7	COMPARACIÓN ENTRE PLATAFORMAS DE PROGRAMACIÓN..... 37
TABLA 8	DATOS OBTENIDOS DE LA PRIMERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 40
TABLA 9	DATOS OBTENIDOS DE LA SEGUNDA PREGUNTA DE LA ENCUESTA..... 41
TABLA 10	DATOS OBTENIDOS DE LA TERCERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA..... 42
TABLA 11	DATOS OBTENIDOS DE LA CUARTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA. 43
TABLA 12	TRAMA DEL SMS..... 54
TABLA 13	COMPONENTES USADOS POR APP INVENTOR PARA LA PRIMERA PARTE. 58
TABLA 14	COMPONENTES USADOS PARA LA SEGUNDA PARTE. 59
TABLA 15	COMPONENTES USADOS PARA LA SEGUNDA VENTANA. 63
TABLA 16	SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES. 73
TABLA 17	TIEMPOS DE RESPUESTA EN ZONA CON BUENA COBERTURA..... 79
TABLA 18	TIEMPOS DE RESPUESTA EN ZONA CON MALA COBERTURA..... 81
TABLA 19	COSTO DE LOS MATERIALES..... 83
TABLA 20	COSTO –BENEFICIO. 86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1	PACIENTES ATENDIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD MENTAL SEGÚN EL DIAGNÓSTICO. 15
FIGURA 2	SATÉLITES USADOS PARA TRIANGULACIÓN. 22
FIGURA 3	RECEPCIÓN DE UN USUARIO DE LA SEÑAL GPS..... 23
FIGURA 4	MÓDULO FONIA 808. 28
FIGURA 5	MÓDULO SIM908 GPS GPRS QUAD-BAND..... 29
FIGURA 6	MEDIDA DEL AMPERAJE..... 31
FIGURA 7	RESULTADOS DE LA PRIMERA PREGUNTA. 40
FIGURA 8	RESULTADOS DE LA SEGUNDA PREGUNTA..... 41
FIGURA 9	RESULTADOS DE LA TERCERA PREGUNTA. 42
FIGURA 10	RRESULTADOS DE LA CUARTA PREGUNTA. 44
FIGURA 11	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL. 45
FIGURA 12	ALGORITMO DEL MICROCONTROLADOR PARA LA UBICACIÓN..... 46
FIGURA 13	ALGORITMO DEL MICROCONTROLADOR PARA EL SENSOR... 47
FIGURA 14	MÓDULO FONIA 808 ELEGIDO. 49
FIGURA 15	ARDUINO UNO ELEGIDO..... 50
FIGURA 16	ESQUEMA ELÉCTRICO..... 51
FIGURA 17	BOTÓN PARA VERIFICAR EL CÓDIGO..... 52
FIGURA 18	MENSAJE DE COMPILACIÓN..... 52
FIGURA 19	BOTÓN SUBIR..... 53
FIGURA 20	LIBRERÍAS USADAS Y DECLARACIÓN DE PINES DE COMUNICACIÓN..... 54
FIGURA 21	PRIMERA VERIFICACIÓN DE LA CABECERA Y COLA DEL SMS.54
FIGURA 22	SEGUNDA VERIFICACIÓN DE LA CABECERA Y COLA DEL SMS. 55

FIGURA 23	TERCERA VERIFICACIÓN DE LA CABECERA Y COLA DEL SMS.	56
FIGURA 24	OBTENCIÓN DE LOS DATOS DE UBICACIÓN.	56
FIGURA 25	PARTE SUPERIOR DE LA APLICACIÓN.	58
FIGURA 26	PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DE LA PARTE SUPERIOR DE LA APLICACIÓN.	59
FIGURA 27	SEGUNDA PARTE DE LA APLICACIÓN.	60
FIGURA 28	PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DE LA SEGUNDA PARTE DE LA APLICACIÓN.	61
FIGURA 29	PROGRAMACIÓN EN BLOQUES PARA OBTENER LATITUD Y LONGITUD INICIAL.	61
FIGURA 30	PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN “ENVIAR”.....	62
FIGURA 31	PROGRAMACIÓN EN BLOQUES PARA MOSTRAR LA SEGUNDA VENTANA.	62
FIGURA 32	SEGUNDA VENTANA DE LA APLICACIÓN.	64
FIGURA 33	PROGRAMACIÓN EN BLOQUES PARA LA RECEPCIÓN DEL SMS.	64
FIGURA 34	PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DE LOS BOTONES PARA VER LA UBICACIÓN RECIBIDA EN GOOGLE MAPS Y PEDIR LA UBICACIÓN ACTUAL.	65
FIGURA 35	PROGRAMACIÓN PARA CONVERTIR COORDENADAS NEGATIVAS EN POSITIVAS.	66
FIGURA 36	PROGRAMACIÓN PARA CONVERTIR A RADIANES.	66
FIGURA 37	APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DE HAVERSINE.	67
FIGURA 38	COMPARACIÓN ENTRE LA DISTANCIA Y EL RADIO.	67
FIGURA 39	GRÁFICA ESTADÍSTICA DEL RESULTADO DE LA PRUEBA.	74
FIGURA 40	GRÁFICA ESTADÍSTICA DEL RESULTADO DE LA PRIMERA PREGUNTA.	75
FIGURA 41	GRÁFICA ESTADÍSTICA DEL RESULTADO DE LA SEGUNDA PREGUNTA.	75

FIGURA 42	GRÁFICA ESTADÍSTICA DEL RESULTADO DE LA CUARTA PREGUNTA.....	76
FIGURA 43	RESULTADOS DE LOS TIEMPOS MEDIDOS.....	77
FIGURA 44	DISTANCIA ENTRE LA INTERFAZ DE USUARIO Y EL DISPOSITIVO PORTÁTIL.	77
FIGURA 45	APLICACIÓN OPEN SIGNAL.....	78
FIGURA 46	PRUEBA CON BUENA COBERTURA.....	79
FIGURA 47	PRUEBA CON MALA COBERTURA.	81

ÍNDICE DE ECUACIONES

	Pág.
ECUACIÓN 1	
ECUACIÓN 2	
ECUACIÓN 3	
ECUACIÓN DE LA MUESTRA.....	18
POTENCIA ELECTRICA.	30
TIEMPO DE AUTONOMÍA.	31

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PRIMERA ENCUESTA.
ANEXO B: SEGUNDA ENCUESTA.
ANEXO C: PRIMERA ENCUESTA REALIZADA POR MEDIO DE REDES SOCIALES.
ANEXO D: FOTOGRAFÍAS DE LA PRIMERA PRUEBA TÉCNICA.

RESUMEN EJECUTIVO



RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto se enfoca en resolver un problema encontrado en un grupo de personas que residen en el país, los pacientes con esquizofrenia, que por su condición tienden a alejarse de su entorno habitual. Para ello se realizó un breve estudio de la situación actual de dichas personas extrayendo información de libros y de la red internet, además de encuestas y entrevistas realizadas a personas especialistas en el tema. Hecho el estudio y la formulación del problema se procedió con el desarrollo del proyecto planteando objetivos claros que coadyuvan con esto.

En el marco teórico se recopiló la mayor cantidad de información disponible en libros e internet para poder realizar la ingeniería de proyecto, comparando diferentes componentes que serían parte del dispositivo para la correcta selección de los mismos.

En la ingeniería de proyecto se realizó una encuesta a personas que tienen familiares que padecen la enfermedad, con el fin de conocer más sobre el tema y los procedimientos que usan para reducir la incidencia del problema. Posterior a ello, y con la información recopilada en el marco teórico, se procedió con la selección de los materiales que se usaron para el desarrollo del dispositivo, ya con esto comenzó el diseño y la programación del mismo.

Por último, se realizó una evaluación del proyecto para verificar el funcionamiento del dispositivo, además de conocer el costo del proyecto en sí.

GENERALIDADES



1 GENERALIDADES.

1.1 INTRODUCCIÓN.

El profesor Stephen Fleck (2003), menciona que existe una opinión generalizada por los profesionales del área, sobre la esquizofrenia, que dice que es, sin duda, una de las enfermedades mentales más famosas del mundo, la cual, afecta a algunas funciones cerebrales tales como el pensamiento, la percepción, las emociones y la conducta.

Según Fuller (2006), “la esquizofrenia, generalmente se presenta en los adolescentes y adultos jóvenes y puede afectar a todas las personas de diversos países del mundo y se encuentra entre las diez primeras causas de incapacidad”.

Son varios los modos como puede iniciarse ésta enfermedad, desde una forma lenta y progresiva hasta un comienzo agudo y brusco. Muchas de las personas esquizofrénicas, presentan algunas dificultades sociales y académicas ya desde la infancia. Además en los años previos al inicio más sintomático de la enfermedad, se puede observar una disminución de la atención y concentración, mayor tristeza y ansiedad, dificultad para dormir, tendencia al aislamiento de amigos y familiares y un deterioro del funcionamiento personal.

Los síntomas de la esquizofrenia, afectan principalmente al contenido del pensamiento y a la conducta. Clásicamente se dividen en síntomas positivos y negativos y se le pueden añadir otros síntomas llamados cognitivos.

Los síntomas positivos, son rasgos que aparecen de nuevo en el paciente y son los delirios, las alucinaciones, los cambios en su pensamiento y en su conducta. En tanto que los síntomas negativos, son aquellos que indican un empobrecimiento de la personalidad del paciente principalmente en su estado anímico y en sus relaciones

sociales. Por último, los síntomas cognitivos constituyen una merma en la atención, memoria y ciertas funciones ejecutivas.

Es poco frecuente, que la esquizofrenia, se presente en las personas antes de la pubertad y más probable que comience entre los 15 y los 35 años (entre los 15 y los 30 años en los hombres, y entre los 25 y los 35 años en las mujeres). Esta enfermedad con frecuencia dura toda la vida y aparece sobre todo en los hombres. (Díaz, 2013).

Clásicamente existen cuatro subtipos de esquizofrenia según predominen unos síntomas u otros aunque no se debe olvidar que cada paciente es diferente a otro en cuanto a síntomas, pronóstico y evolución.

- Esquizofrenia Paranoide: Destacan los delirios y las alucinaciones.
- Esquizofrenia Simple: Hay un mayor aislamiento social, una disminución paulatina del ímpetu y la iniciativa.
- Esquizofrenia Hebefrénica: Predomina una respuesta emocional inadecuada a las circunstancias pudiendo tener graves alteraciones en el lenguaje.
- Esquizofrenia Catatónica: Se caracteriza por alteraciones motoras bruscas, generalmente con una inmovilidad persistente, aunque puede alternar con crisis de agitación o con movimientos repetitivos.

La mayor cantidad de personas quienes padecen esta enfermedad, muestran síntomas del primer y del segundo tipo de esquizofrenia.

1.2 ANTECEDENTES.

Aproximadamente el 1% de la población mundial padece esta enfermedad con independencia del sexo, la raza y la clase social. (Alanen, 2003).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), en la encuesta de hogares de 2001 en Bolivia, del total de población con alguna discapacidad permanente, casi el 40% correspondía a personas con discapacidad física, el 22% a sordos, el 18% a personas con discapacidad intelectual y/o psíquica, el 11% a ciegos y el 9% a otros.

De acuerdo con las respuestas proporcionadas en el último censo del 2012, concentradas en una base de datos del INE, el 29% de las personas que tienen alguna dificultad en Bolivia, están en el departamento de La Paz siendo un total de 104.715 ciudadanos. Los datos indican que en el país hay 326.361 personas que tienen discapacidad. Dentro de los paceños que tienen alguna discapacidad, los datos también señalan que 8.738 personas padecen de alguna discapacidad psíquica o mental, entre ellas la esquizofrenia (Aguilar, 2014).

La Misión Moto Méndez (Misión solidaria llevada a cabo por médicos cubanos y consagrada al estudio de personas con discapacidad, realizada en Bolivia con un estudio clínico genético y psicosocial) en el año 2010, muestra porcentajes de discapacidades físicas (físico motoras, a las que hay que sumar las físicas no visibles) 34%, visuales 11,9%, para los sordos 15%, para la discapacidad intelectual 14,4%, para la discapacidad mental o psíquica 12,7% y la múltiple 12%. La esquizofrenia, se encuentra dentro la clasificación de discapacidad psíquica y la estadística muestra que existe un 2% de personas que padecen de la misma.

Debido a los delirios y alucinaciones que presentan las personas con esquizofrenia, algunas veces oyen voces (alucinaciones auditivas), que una persona sana en la misma situación no escucha, o ven cosas (alucinaciones visuales) que otras personas no perciben. El paciente, habitualmente, tiene dificultades para diferenciar lo que son alucinaciones y lo que son percepciones reales, lo que deriva a que el sujeto tienda a salir de su hogar, esto da lugar a preocupación en la familia ya que es muy difícil encontrarlo puesto que el esquizofrénico es muy impredecible en sus actos.

Otra de las causas de escapes, de dichas personas, se debe a que algunos esquizofrénicos tienden a alejarse o apartarse de su familia o amigos y se refugian en su propio mundo y evitan la compañía de los demás. Pierden el interés en las relaciones sociales.

En el periódico “EL Día” de Santa Cruz (2009), muestra el caso de una persona que padecía de esquizofrenia que se salió de su hogar y se reportó como desaparecida frente a las autoridades en el mismo departamento. La policía no logró dar con el paradero de dicha persona.

Según el periódico “La Razón” de España (2012), se evidenció más de diez mil personas desaparecidas por año en Madrid, de las cuales, aproximadamente el 3% padecen de esquizofrenia.

En Ecuador, la Dirección Nacional de delitos contra la vida, muertes violentas, desapariciones, extorsión y secuestros (DINASED) localizó en Quito y Guayaquil a dos ciudadanos reportados como desaparecidos. Ambas personas padecen enfermedades mentales y esta habría sido aparentemente la razón de su desaparición. (Policía Comunitaria, 2013)

El periódico “Página Siete” (22 de marzo 2015), presenta el Informe de la Fiscalía Especializada de Atención de Denuncias por Personas Desaparecidas (FEADPD), la cual muestra que se tenía un registro de 2.667 personas desaparecidas del 2006 al 2014 en el estado de Veracruz del país de México.

Aproximadamente el 71% de personas fueron localizadas, de éstas, según dichos informes oficiales, el 86% de las desapariciones no estaban vinculadas con hechos delictivos, sino que fueron a causa de problemas familiares, maltratos, bajas notas escolares, pero también por enfermedades mentales (esquizofrenia y alzhéimer). También indica que el 91%, de personas ubicadas, están con vida y el 9% fallecidas.

En el país de Puerto Rico, se sentaron denuncias de personas desaparecidas, de las cuales, se muestra que de 85 personas reportadas desaparecidas, 8 padecen de esquizofrenia. (Policía de Puerto Rico, 2016)

En Bolivia, en una comunidad menonita, un padre optó por encadenar a su joven hijo en su habitación debido a que se alejó de su comunidad. Este joven fue diagnosticado con esquizofrenia. (Malatesta, 2012)

En Cochabamba, un hombre de 47 años que sufre de esquizofrenia, desapareció. Josué Rodríguez, abordó un ómnibus de la flota Unificado en Santa Cruz, rumbo a Sucre, la noche del 4 de junio del 2014. En el trayecto, el bus paró en el municipio de Mairana para que los pasajeros cenaran. El chofer de Unificado asegura que buscaron a Josué Rodríguez pero éste no apareció y siguió viaje con el resto de los pasajeros. La madre llegó hasta la fuerza anticrimen de Cochabamba para denunciar la desaparición. (Opinión, 2014)

Según estudios estadísticos de la Evaluación y Tratamiento de la Esquizofrenia (2014), aproximadamente el 10% de pacientes con esquizofrenia (especialmente hombres jóvenes) cometen suicidio.

Desdichadamente, es muy difícil predecir este hecho en estos pacientes, ya que sus actos son muy impredecibles.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.3.1 Identificación del problema.

En Bolivia, existen pacientes que padecen de esquizofrenia, quienes padecen de problemas con la percepción de la realidad, además tienden a aislarse de las personas que los rodean y su conducta se ve afectada por el trastorno mental, lo que hace que estas personas tengan actitudes impredecibles ante la sociedad.

1.3.2 Formulación del problema.

Las personas con esquizofrenia, debido a su trastorno mental, tienden a alejarse o escaparse de su entorno habitual y en ocasiones no se logra encontrarlas.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo general.

Desarrollar un dispositivo electrónico portátil que emplee el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para coadyuvar en la localización de pacientes con esquizofrenia, a partir del reporte de su ubicación a una aplicación informática, cuando estas personas se alejen de su entorno definido.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Identificar los procedimientos empleados para la localización de personas que padecen esquizofrenia.
- Diseñar un dispositivo portátil capaz de conectarse a una red de telefonía celular y al Sistema de Posicionamiento Global.
- Seleccionar los componentes del prototipo.
- Desarrollar el dispositivo electrónico planteado.
- Programar una interfaz de usuario para un teléfono celular, que permita la recepción de los reportes de ubicación.
- Programar la interfaz de usuario para el control del perímetro de supervisión.

1.5 JUSTIFICACIÓN.

1.5.1 Justificación técnica.

El dispositivo electrónico se enfoca en la ubicación de pacientes con esquizofrenia, es decir que, ayuda en la solución a la problemática desde el punto de vista electrónico. Para ello se utilizarán conceptos de programación y comunicación a distancia, con el fin de aplicarlos en el desarrollo del proyecto.

1.5.2 Justificación social.

El proyecto se motiva en la necesidad de apoyo requerido por los padres y madres de personas con esquizofrenia, de manera que, se reduzca los recursos de búsqueda, de dichas personas quienes padecen de esquizofrenia, cuando éstas escapan o huyen de su hogar.

1.5.3 Justificación académica.

La principal motivación para desarrollar el proyecto es el desarrollo de un dispositivo con sistema de posicionamiento global (GPS), capaz de enviar datos a un teléfono celular.

1.6 LÍMITES Y ALCANCES.

1.6.1 Límites.

- El diseño del dispositivo estará orientado sólo para ubicaciones por medio de señales GPS.
- La aplicación será programada para celulares con sistema operativo Android.

- La prueba del dispositivo se realizará con personas que actúen representando una situación de alejamiento del perímetro de supervisión.
- Se logrará una comunicación entre el dispositivo y la interfaz de usuario sólo en lugares donde exista una cobertura de red móvil y recepción de la señal GPS.
- No se realizará un estudio de materiales aislantes para el dispositivo portátil.
- Se trabajará únicamente con la tecnología 2G en la red de telefonía móvil para el envío del reporte de ubicación.
- No se tomará en cuenta un sistema de seguimiento (tracking) en el desarrollo del dispositivo.

1.6.2 Alcances.

- El dispositivo será útil para padres con hijos que padecen de esquizofrenia simple y paranoide.
- El prototipo será desarrollado considerando los mapas georreferenciados de la ciudad de La Paz.
- La aplicación será una interfaz para versiones 4.4. de Android en adelante.

MARCO TEÓRICO



2 MARCO TEÓRICO.

2.1 ESQUIZOFRENIA Y SUS TIPOS.

Lieberman, Stroup y Perkins (2008, p. 5) concluyen que:

De los numerosos trastornos mentales y del comportamiento con que se enfrentan los profesionales de la salud mental, ninguno es tan desafiante y primordial como la esquizofrenia. Este trastorno golpea a las personas a medida que van iniciando sus vidas y, en muchos casos, dado que cursa de forma recurrente y en última instancia crónica, conduce a un estado considerable de discapacidad. Al ser la más devastadora de las enfermedades mentales, afecta a la esencia de aquello que hace humana a la persona: su personalidad e intelecto. Por estas razones, la esquizofrenia está considerada prototipo de enfermedad mental.

Rebolledo y Lobato (2005), indican que “la evidencia científica parece señalar que la esquizofrenia no es una sola enfermedad, sino más bien un grupo de trastornos, que teniendo elementos comunes, luego difieren en su clínica, respuesta al tratamiento y pronóstico, condicionando tratamientos más específicos y singularizados” (p.1).

Para Parellada Rodón y Fernández Egea (2004) se trata de una enfermedad compleja, que afecta no solo al pensamiento y las emociones de las personas que la padecen, sino también a la capacidad para proyectar su futuro y relacionarse con otras personas.

Con el término esquizofrenia, se hace directa referencia al trastorno que está en la base de la enfermedad, la disociación del psiquismo, siendo esencial la debilidad asociativa de los procesos psíquicos, que hace que pierdan su unidad interna y entonces se disgreguen caóticamente y pierdan su coherencia. Bleuler recalcó que la anormalidad fundamental y unificadora en la esquizofrenia era esta división o fragmentación del proceso del pensamiento, considerando que el resto de los síntomas presentes, como el aplanamiento afectivo, el pensamiento peculiar o distorsionado, el trastorno atencional y la indecisión conceptual (ambivalencia), eran de la misma

importancia; a este grupo de síntomas los denominó síntomas fundamentales, mientras que a los delirios y las alucinaciones los consideró como síntomas accesorios, ya que también podían aparecer en otros trastornos, como en las psicosis maníaco-depresivas (Kandel, 2006). Así mismo consideró a la esquizofrenia como un proceso lento, progresivo y profundo, caracterizado por un síndrome deficitario (negativo) de disociación y por un síndrome secundario (positivo) con producción de ideas delirantes, alucinaciones y alteraciones afectivas. Además, distinguió cuatro formas clínicas: paranoide, hebefrénica, catatónica y simple, e identificó síntomas patognomónicos para cada una de ellas (Téllez y López, 2001).

Thimoty Crow en 1980 propone un modelo bidimensional para la esquizofrenia, la esquizofrenia Tipo I, caracterizada por síntomas positivos (delirios, alucinaciones, trastornos en la forma del pensamiento y alteraciones en la conducta) y la esquizofrenia Tipo II, donde los síntomas negativos (pobreza en el pensamiento, afecto plano, disminución de la actividad voluntaria) son prominentes. Observó que los síntomas positivos tienden a ser transitorios, en tanto que la sintomatología negativa es persistente. Además expuso como etiología para el Tipo I, una alteración en los neurotransmisores, posiblemente una hiperactividad dopaminérgica, en tanto que el Tipo II, estaría originado por un daño cerebral (Téllez y López, 2001).

La esquizofrenia es un trastorno difícil de definir y por lo tanto no tiene una definición universalmente aceptada. Frecuentemente se emplea el término de forma errónea no solamente en los periódicos, películas y en la televisión, sino también, entre los profesionales de la salud mental; esto es debido tanto a la falta de consenso entre los expertos a la hora de definir la psicosis, como al estigma de la sociedad en general.

2.1.1 Tipos de esquizofrenia.

Aunque en un principio puede dar igual qué tipo de esquizofrenia padece la persona, no todas las esquizofrenias son las mismas y lo que es más importante, no todas evolucionan igual ni requieren el mismo tratamiento. Por este motivo, es importante

hablar de aquellos tipos de esquizofrenias que los profesionales entienden que pueden darse para distinguir el caso. Según Francés, Harold, First y Widiger (1995), se evidencia los siguientes tipos:

2.1.1.1 Esquizofrenia Simple.

El trastorno es de instalación progresiva, lenta e insidiosa con escasas o nulas manifestaciones productivas de tipo delirante-alucinatorio y predominio de los síntomas negativos: apatía afectiva, abulia o apragmatismo, clinostatismo, retraimiento autista, extravagancia y rareza de las conductas, convicciones y creencias. Suele aparecer en sujetos de personalidad esquizoide previa, con aislamiento, timidez e introversión y escasos contactos interpersonales. Evolucionan hacia estados de aplanamiento afectivo e indiferencia que los tornan insensibles ante hechos dramáticos o conflictivos, pierden espontaneidad, acentúan su soledad y se refugian en el ambiente familiar que, frecuente y extrañamente, suele tolerar sus excentricidades sin reacción ni alarma alguna.

2.1.1.2 Esquizofrenia Hebefrénica.

Es un trastorno de presentación en edad juvenil (hebe: joven). Sus manifestaciones prodrómicas (fase en que aparecen las primeras manifestaciones clínicas de carácter psicótico pero que no llegan aún a configurar de forma completa el síndrome) pueden asumir formas pseudoneuróticas, crisis de originalidad adolescente con manifiestos trastornos de la conducta (vagabundeo, abandono de los estudios, adherirse a grupos esotéricos, etc.). No son infrecuentes las formas del comienzo asociadas al consumo de alcohol o drogas. La despersonalización genera vivencias de extrañeza de sí mismo y del mundo con pérdida de control de la actividad psíquica por parte del yo del sujeto. El delirio suele ser pobre y poco productivo destacando, en cambio, la discordancia y el síndrome disociativo que rompe la coherencia de las funciones psíquicas del pensar, de los afectos y las representaciones, de la inteligencia y el lenguaje. Esta

fragmentación del psiquismo evoluciona hacia formas pseudodemenciales con deterioro progresivo y global. Se trata de un cuadro grave de mal pronóstico.

2.1.1.3 Esquizofrenia Paranoide.

Es la más frecuente. Suele manifestarse en edades más avanzadas que las formas anteriores y también, a diferencia de ellas, hay predominio de la producción delirante y no de la sintomatología negativa. Se trata de la modalidad que representa clásicamente al delirio con sus vivencias persecutorias de diverso tipo: control del pensamiento y las acciones, confabulación urdidas en perjuicio del enfermo, transformaciones corporales, celotipias. Predominan las interpretaciones delirantes en las cuales la realidad es deformada en un sentido autorreferencial.

2.1.1.4 Esquizofrenia Catatónica.

Trastorno con predominio de la sintomatología psicomotriz, que puede asumir la forma de inmovilidad motriz o actividad motriz excesiva. Pueden aparecer manierismos, estereotipias conductuales, rigideces corporales globales o yacencias permanentes en posiciones fetales. Es un cuadro de extrema gravedad que expresa los límites del daño esquizofrénico.

De los tipos mencionados, los casos en los que mayormente se presenta el abandono del entorno habitual son en la esquizofrenia Simple y Paranoide. El primero se debe al aislamiento como mencionó el autor. El segundo tipo, tiene como principal síntoma la alterada percepción de la realidad, la cual se refleja en una conducta psicótica por parte del paciente lo que genera que dichas personas escapen de su hogar.

2.1.2 Esquizofrenia en Bolivia

De acuerdo con el responsable del área de Salud Mental del Ministerio de Salud de Bolivia, “aproximadamente el 25% de la población de Bolivia padeció o padece algún

trastorno mental a causa de la situación laboral, edad, violencia y otros. Entre las principales afecciones se encuentran la esquizofrenia en primer lugar, depresión, epilepsia, anorexia, y adicciones, sobre todo al alcohol” (Pérez, 2013).

Según el Informe de la evaluación de salud mental en Bolivia (2008), se identificaron 39 establecimientos de salud mental ambulatorios en el país, 12 establecimientos de tratamiento diurno, 1 unidad de hospitalización de base comunitaria y 9 hospitales psiquiátricos. No existe en el país una Unidad Forense ni establecimiento residencial específico para personas con trastornos mentales. Los principales trastornos tratados son: en consulta ambulatoria, los trastornos del humor que representan un 17% y en los hospitales psiquiátricos, la esquizofrenia, trastornos esquizotípicos y trastornos de ideas delirantes que representan un 29%.

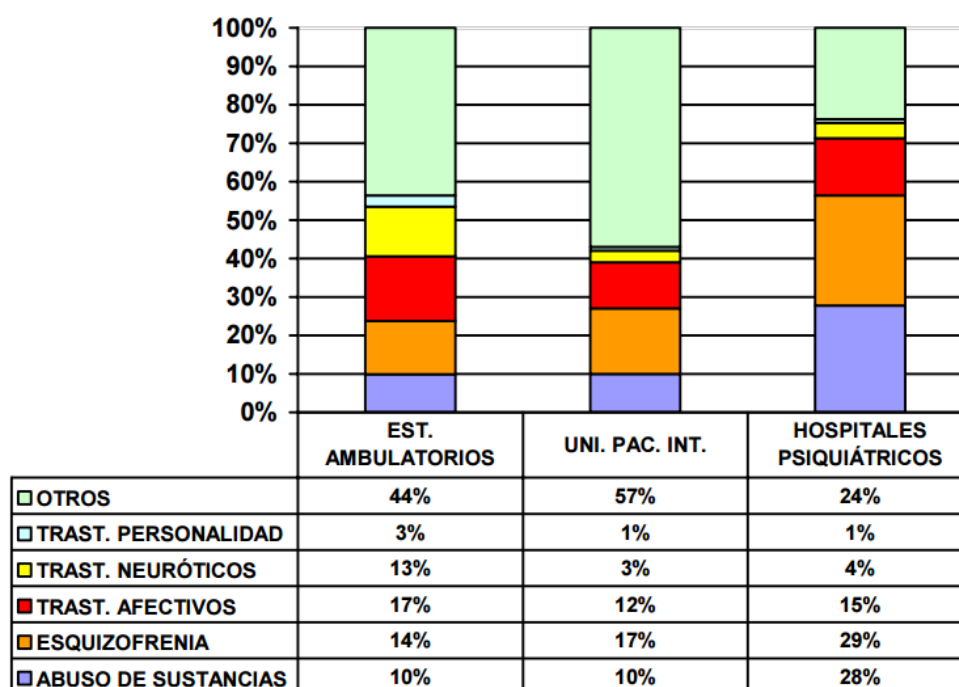
Los usuarios atendidos en establecimientos ambulatorios son diagnosticados principalmente con trastornos del humor, el 17% y esquizofrenia, trastorno esquizotípico y trastornos de ideas delirantes, el 14 %.

El porcentaje de presos con psicosis y retardo mental en las cárceles es de menos del 2%. Con respecto a la realización de actividades educativas de otros sectores en relación al tema de salud mental, entre el 1 al 20 % de miembros de la policía y de jueces y abogados han participado en actividades educativas sobre salud mental en los últimos cinco años. En términos de investigación, de una muestra de 1406 publicaciones realizadas en los últimos 5 años el 10% fueron sobre salud mental, enfocadas a las siguientes áreas: estudios epidemiológicos en muestras de la comunidad, estudios epidemiológicos en muestras clínicas, investigaciones de servicios, sobre políticas, programas, financiación/economía y sobre intervenciones psicosociales o psicoterapéuticas.

Nuestra situación sin embargo, no escapa a la situación mundial en el tema de salud mental, existiendo países como el nuestro donde a pesar de la prevalencia y la carga de los trastornos mentales, una gran proporción de personas que sufren estos

problemas no recibe tratamiento ni atención. Una gran encuesta realizada en varios países y apoyada por la OMS mostró que el 35-50% de los casos graves en los países desarrollados y el 76-85% en los países poco desarrollados no habían recibido tratamiento alguno en los 12 meses anteriores a la encuesta. Una revisión de la bibliografía a nivel mundial encontró que las brechas en materia de tratamiento eran del 32% para la esquizofrenia, 56% para la depresión y hasta 78% en el caso de los trastornos debidos al consumo de alcohol.

FIGURA 1 PACIENTES ATENDIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD MENTAL SEGÚN EL DIAGNÓSTICO.



Fuente: Base de datos IESM-OMS, 2007, pág. 17.

Como se puede observar en la figura 1, se diferencian tres tipos de establecimientos de salud mental. El primero se refiere a los establecimientos ambulatorios, el segundo a la unidad de hospitalización para pacientes internados y el tercero a hospitales psiquiátricos.

Analizando a los trastornos individualizados, observamos que la esquizofrenia ocupa los primeros lugares, junto a los trastornos afectivos en los tres establecimientos.

La radio Erbol (2016), en una de sus noticias comunicó que un hombre de 32 años de la ciudad de EL Alto que padecía de esquizofrenia desde hace 15 años, salía a caminar buscando a una esposa y dos hijos que nunca tuvo, y a su madre que ya está fallecida. Este sujeto lastimosamente fue confundido por un antisocial y producto de aquello fue linchado y quemado vivo.

2.1.3 Normativa legal.

El 2 de Marzo de 2012, fue promulgada la ley n° 223, la cual menciona su objeto en el artículo 1:

“Artículo 1. (OBJETO). El objeto de la presente Ley es garantizar a las personas con discapacidad, el ejercicio pleno de sus derechos y deberes en igualdad de condiciones y equiparación de oportunidades, trato preferente bajo un sistema de protección integral.”

La misma, menciona la definición de “Discapacidad” en el artículo 5 párrafo 1:

“1. Discapacidad. Es el resultado de la interacción de la persona, con deficiencias de función físicas, psíquicas, intelectuales y/o sensoriales a largo plazo o permanentes, con diversas barreras físicas, psicológicas, sociales, culturales y comunicacionales.”

La esquizofrenia, es considerada una discapacidad psíquica, por ende las personas que padecen dicho diagnóstico son consideradas “personas con discapacidad”, por lo tanto esta ley también las ampara. Y esto se confirma en el artículo 5 párrafo 9 de la mencionada ley:

“9. Personas con Discapacidad Mental o Psíquica. Son personas que debido a causas biológicas, psicodinámicas o ambientales son afectadas por alteraciones de los procesos cognitivos, lógicos, volitivos, afectivos o psicosociales que se traducen en trastornos del razonamiento, de la personalidad, del comportamiento, del juicio y

comprensión de la realidad, que les dificultan adaptarse a ella y a sus particulares condiciones de vida, además de impedirles el desarrollo armónico de relaciones familiares, laborales y sociales, sin tener conciencia de la enfermedad psíquica.”

También la ley dicta que las personas con discapacidad, tienen derecho a la protección de su familia.

Ese fragmento de la ley se cita a continuación:

Artículo 7. (DERECHO A PROTECCIÓN DE SU FAMILIA).

“La familia siendo el primer espacio de inclusión está obligada a proporcionar protección y bienestar a la persona con discapacidad promoviendo su autonomía y respetando su autodeterminación.”

“En ningún caso la protección de la familia podrá ser entendida como una limitación al ejercicio de sus derechos y deberes de las personas con discapacidad.”

2.1.4 Cálculo de la muestra.

La muestra es el número de personas representativo de la población al que se va a encuestar y, por tanto, es el número de encuestas que se va a realizar.

La razón para calcular y encuestar solamente a una muestra es que al hacer ello es posible obtener datos precisos sin necesidad de tener que encuestar a toda la población, ahorrando así tiempo y dinero; por ejemplo, en la contratación, capacitación y supervisión de los encuestadores, y en la recolección, contabilización y procesamiento de la información (Crece Negocios, 2015).

La muestra por lo general se obtiene a través de la ecuación estadística de la muestra, la cual en resumen es la siguiente:

ECUACIÓN 1 ECUACIÓN DE LA MUESTRA.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Fuente: Crece Negocios (2015).

Dónde:

- n: muestra (número de personas representativo de la población al que se va a encuestar).
- N: población (conjunto de personas con características similares de las cuales se desea obtener información).
- Z: nivel de confianza (mide la confiabilidad de los resultados. Lo usual es utilizar un nivel de confianza de 95% o de 90%. Mientras mayor sea el nivel de confianza, mayor confiabilidad tendrán los resultados pero, por otro lado, mayor será el número de la muestra).
- e: grado de error (mide el porcentaje de error que puede haber en los resultados. Lo usual es utilizar un grado de error de 5% o de 10%. Mientras menor sea el margen de error, mayor validez tendrán los resultados pero, por otro lado, mayor será el número de la muestra).
- p: probabilidad de ocurrencia (probabilidad de que ocurra el evento. Lo usual es utilizar una probabilidad de ocurrencia de 50%).
- q: probabilidad de no ocurrencia (probabilidad de que no ocurra el evento. Lo usual es utilizar una probabilidad de no ocurrencia de 50%).

2.2 MICROCONTROLADOR, MÓDULOS GPS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

2.2.1 Microcontrolador.

Un microcontrolador es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, esto es CPU, memorias RAM, EEPROM, y circuitos de entrada y salida. Un microcontrolador de fábrica, no realiza tarea alguna, este debe

ser programado para que realice desde un simple parpadeo de un led hasta un sofisticado control de un robot. Un microcontrolador es capaz de realizar la tarea de muchos circuitos lógicos como compuertas AND, OR, NOT, NAND, conversores A/D, D/A, temporizadores, decodificadores, etc., simplificando todo el diseño a una placa de reducido tamaño y pocos elementos (Reyes, 2008).

El término “controlador” de la palabra microcontrolador proviene del hecho que estas pequeñas computadoras usualmente se utilizan para controlar alguna cosa, mientras que, con una PC habitualmente se procesa información (Di Lella, s.f.).

El mismo autor define las partes de un microcontrolador:

2.2.1.1 Entradas.

Los dispositivos de entrada suministran al sistema la información proveniente del mundo exterior. Los sistemas de microcontroladores normalmente usan dispositivos de entrada simples, tales como interruptores simples o conjuntos de algunas pocas teclas, encontraremos sin embargo, dispositivos de entrada más exóticos en sistemas basados en microcontroladores. Un ejemplo de dispositivo de entrada exótico es el sensor de oxígeno que en un automóvil tiene por objetivo medir la eficiencia de la combustión tomando muestras de los gases expelidos. La mayoría de las entradas de los microcontroladores pueden únicamente procesar señales digitales, de los mismos niveles de tensión que la fuente de alimentación de la lógica principal. El potencial cero o nivel de tierra se denomina V_{ss} y el potencial positivo o nivel de alimentación (V_{dd}) es típicamente 5 Volts de C.C.

Un nivel de aproximadamente cero Volts es indicativo de un cero lógico y una tensión aproximadamente igual que la de la fuente de alimentación positiva es indicativo de un uno lógico. Por supuesto que el mundo real está poblado de señales analógicas, o señales que son de otros niveles de tensión. Algunos dispositivos de entrada trasladan los niveles de tensión de una señal, a los niveles V_{dd} y V_{ss} necesarios para el

microcontrolador. Otros dispositivos de entrada convierten señales analógicas en señales digitales (a valores binarios compuestos por unos y ceros) que la computadora puede reconocer y manipular. Hay microcontroladores que también incluyen tales circuitos conversores de señal analógica a digital en su mismo circuito integrado.

2.2.1.2 Salidas.

Los dispositivos de salida sirven para que el sistema suministre información al mundo exterior o bien realice acciones sobre éste. Los sistemas de microcontroladores normalmente utilizan dispositivos de salida también simples tales como indicadores lumínicos o sonoros. Existen circuitos de translación (a veces incluidos en el mismo circuito integrado del microcontrolador) que pueden convertir señales digitales a niveles de tensión analógica.

2.2.1.3 Unidad Central de Proceso (CPU).

La CPU es el núcleo de todo sistema. La tarea de la CPU es ejecutar obedientemente las instrucciones del programa que le fuera suministrado por el programador. Un programa da instrucciones a la CPU para leer información de las entradas, leer información de la memoria de trabajo y escribir información en ella, y para escribir información sobre ellas. Algunas instrucciones del programa involucran sencillas decisiones que causan que se continúe ejecutando la próxima instrucción o bien que se la saltee pasando a un nuevo punto dentro del programa.

2.2.1.4 Reloj.

Los microcontroladores usan un pequeño reloj o circuito oscilador para forzar a la CPU a moverse en secuencia desde una etapa a la próxima.

2.2.1.5 Memoria.

Hay varios tipos de memoria que se utilizan para diversos propósitos en los sistemas. Los principales tipos que se encuentran en sistemas de microcontroladores, son la memoria de la lectura solamente (ROM) y la memoria de lectura / escritura de acceso aleatorio (RAM). La ROM se utiliza principalmente para el almacenamiento de programas y datos en forma permanente, que permanecerán inalterables. Mientras que la RAM en cambio sirve para el almacenamiento temporario de datos y resultados intermedios generados durante la operación. Hay microcontroladores que incluyen otro tipo de memoria tales como ROM programable eléctricamente y borrrable eléctricamente (EEPROM).

2.2.2 Sistema de posicionamiento global.

GPS es la abreviatura de NAVSTAR GPS. Este es el acrónimo en Inglés de Navigation System with Time And Ranging Global Positioning System, (que en Español significa Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia). GPS es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Los puntos pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse en cualquier momento del día (Huerta E., Mangiaterra A. y Noguera G., 2005).

El sistema fue creado, desarrollado y puesto en marcha, y actualmente mantenido, por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Sánchez, 2010).

El GPS, funciona mediante una constelación de 27 satélites de observación terrestre (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el planeta a 20.200 km con trayectorias sincronizadas para dar cobertura total a la tierra. Cuando se quiere calcular la posición el receptor GPS, que se esté utilizando, localiza automáticamente un mínimo de cuatro satélites de la constelación, de estos recibe una señal indicando su posición sideral y

el estado de su reloj interno. Con estas señales, el receptor sincroniza su reloj del GPS y calcula el retraso de las señales, la distancia desde el receptor al satélite. Por triangulación calcula la posición deseada. La triangulación utilizada en el caso del GPS, se basa en encontrar la distancia a cada satélite respecto al punto de medición (equipo receptor). Determinadas las distancias, fácilmente se logra la posición relativa respecto a los tres satélites. Además teniendo los datos de las coordenadas de cada uno de ellos por la señal que emiten en sus ondas de radio, se obtiene las coordenadas reales del receptor. También se logra exactitud muy alta en el reloj del receptor GPS, comparable a la de los relojes atómicos que se encuentran en las estaciones de control de tierra y que sincronizan los satélites. Por el diseño de la constelación en cualquier lugar del planeta siempre estarán visibles un mínimo de 8 satélites disponibles para determinar la posición. La energía eléctrica que necesitan para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles de celdas solares (Sánchez, 2010).

FIGURA 2 SATÉLITES USADOS PARA TRIANGULACIÓN.



Fuente: Huerta, et al., 2005, pág. 8.

2.2.2.1 Descripción del sistema.

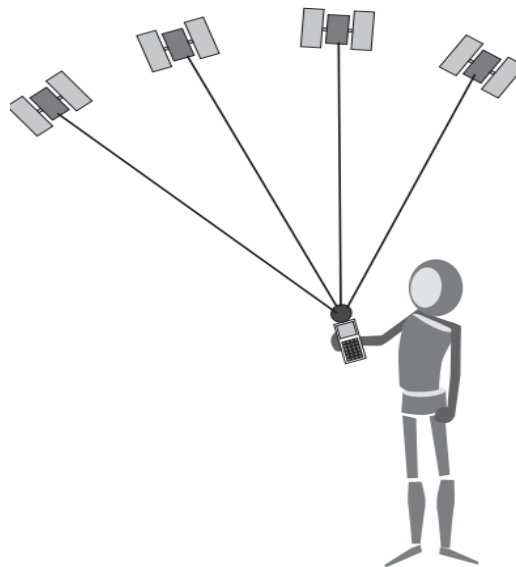
El sistema GPS se puede dividir en tres grandes partes, el sector espacial (satélites que giran en órbitas alrededor de la Tierra), el sector de control (formado por

estaciones ubicadas cerca del ecuador terrestre para controlar a los satélites) y el sector del usuario (Cualquiera que reciba y utilice las señales GPS) (Leica, 1999).

Los satélites GPS transmiten información en dos frecuencias portadoras de banda ancha (Ramírez, 2016):

- L1 = 1575,42 MHz (1,57 GHz) transmite la señal de navegación y el código.
- L2 = 1227,60 MHz (1,23 GHz) empleada para compensar las variaciones producidas por cambios en las condiciones de propagación en la ionosfera en receptores.

FIGURA 3 RECEPCIÓN DE UN USUARIO DE LA SEÑAL GPS.



Fuente: Leica, 1999, pág. 12.

2.2.2.2 Fiabilidad de los datos.

Guillermo Sánchez en su libro Sistema de posicionamiento Global (GPS) y las teorías de la relatividad (2010), indica que la precisión intrínseca del GPS depende del número de satélites visibles en un momento y posición determinados.

Con un elevado número de satélites siendo captados, y si éstos tienen una geometría adecuada, pueden obtenerse precisiones inferiores a 2,5 metros en el 95% del tiempo. La funcionabilidad de los satélites es por medio de la triangulación de posiciones para brindar la posición exacta de los dispositivos receptores. Los errores en las electrónicas son una de las varias razones que perjudican la precisión.

TABLA 1 ERRORES DE PRECISIÓN GPS.

Fuente	Efecto
Ionósfera	±3 m
Errores orbitales	±2,5 m
Reloj satelital	±2 m
Reloj del receptor	±1 m
Tropósfera	±0,5 m
Errores numéricos	±1 m o menos

Fuente: Sánchez, 2010.

2.2.2.3 Módulos GPS.

En el mercado existen módulos GPS, los cuales reciben las señales de los satélites para ser enviados al microcontrolador al que dicho módulo está conectado, esto para poder procesar la información captada.

Los mencionados módulos GPS pueden determinar las pseudodistancias y el tiempo al momento que llegan las señales al receptor. De este modo existen cuatro incógnitas a determinar: posición (X, Y, Z) y el tiempo que tarda en viajar la señal (Leica, 1999).

Existen muchas diferencias entre los distintos módulos desde el tamaño hasta la precisión en cuanto a la triangulación. La selección se debe realizar dependiendo al uso que se le dará o a la aplicación que se pretende realizar.

2.2.3 Telefonía móvil 2G.

A principios de los noventa, se introducen las primeras redes basadas en un protocolo estándar que tenía como principales objetivos la interconexión de las redes y la posibilidad de conectarse a ellas con un mismo terminal, apareciendo el primer concepto de roaming.

Esta generación posee diferentes tecnologías, TDMA, CDMA y GSM. En nuestro país a la fecha sigue operando el sistema GSM (Groupe Spécial Mobile o Global System for Mobile Communications) en un 75% aproximadamente.

Con esta segunda generación, los servicios de telefonía móvil se vuelven populares, sobre todo los mensajes de texto. Una posterior mejora permitió la transmisión de datos a mayor velocidad (56kbps), el intercambio de imágenes y la posibilidad de navegar por Internet. Esta mejora se debe a la implantación de la tecnología GPRS (General Packet Radio Service) sobre las redes existentes y favorece la aparición de las “Blackberries” y de los primeros “Smartphones” (Núñez de Arco, 2015).

Los módulos vistos anteriormente son capaces de enviar datos por medio de la tecnología móvil 2G, que utilizan protocolos de codificación sofisticados que se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales.

En Bolivia se cuenta con tres compañías de telefonía móvil: ENTEL, TIGO y VIVA, las cuales trabajan aún con la tecnología 2G además de otras.

TABLA 2 FRECUENCIAS USADAS POR LAS COMPAÑÍAS PARA LA TECNOLOGÍA 2G.

Empresa	ENTEL	TIGO	VIVA
Frecuencia (MHz)	850 – 1900	850 – 1900	1900

Fuente: Gutiérrez, 2016, pág 8.

En la tabla 2, se puede observar las bandas de frecuencia que cada compañía de telefonía móvil usa para la operación de redes GSM en Bolivia.

2.3 COMPONENTES DEL DISPOSITIVO GPS PORTÁTIL.

En el mercado existen muchas opciones, en cuanto a hardware, a continuación se realizarán comparaciones de algunos de ellos.

2.3.1 Comparación entre microcontroladores.

Se comparará tres plataformas, Arduino, Intel Galileo y Netduino, son placas portátiles y utilizan una plataforma electrónica de código abierto.

TABLA 3 COMPARACIÓN DE MICROCONTROLADORES.

Placa	Arduino	Galileo	Netduino
Pines	19 GPIO	19 GPIO	20 GPIO
SRAM	2 kb	60 kB	1 kb
EEPROM	1 kb	8 kb	1 kb
Ethernet	No	Sí	Sí
Micro SD	No	Sí	Sí
Voltaje de Entrada	5 v	5 v	5 v
Consumo de Corriente	46 mA	800 mA	62 mA
Tamaño	68,6x53,4mm m	101x54mm	68,9x53,4mm

Fuente: Leica, 1999, pág 38.

Las tres placas poseen características similares como el voltaje de entrada, de los tres son 5 voltios. En cuanto a los pines, Arduino y Galileo poseen 19 de estos, mientras que Netduino tiene 20.

La memoria SRAM de la placa Arduino es de 2 kb, del Galileo es kb y de Netduino 1 kb. La memoria EEPROM del Arduino es de 1 kb al igual que del Netduino, pero de la placa Galileo es mucho mayor ya que es de 8 kb.

El consumo de corriente de las tres placas varía, Arduino tiene un consumo de 46 mA, Galileo 800 mA y Netduino 62 mA.

2.3.2 Placas Arduino.

Arduino cuenta con multitud de ediciones, cada una pensada para un público concreto o para una serie de tareas específicas. Existen una gran variedad de modelos oficiales manufacturadas por la compañía italiana Smart Projects.

TABLA 4 COMPARACIÓN ENTRE MODELOS DE ARDUINO.

MODELO	ARDUINO UNO	ARDUINO MEGA	ARDUINO ADK	ARDUINO PRO	ARDUINO NANO
Micro-controlador	Atmega 328	Atmega 256	Atmega 256	Atmega 328	Atmega 168 Atmega 328
Voltaje de operación	5v	5v	5v	5v	5v
Voltaje de entrada	7-12v	7-12v	7-12v	7-12v	7-12v
Pines I/O digitales	14 (6 con salida PWM)	54 (15 con salida PWM)	54 (15 con salida PWM)	14 (6 con salida PWM)	14 (6 con salida PWM)
Pines analógicos	6	16	16	6	8
Corriente DC en pines I/O	40mA	40mA	40mA	40mA	40mA
Corriente DC en el pin de 3.3v	50mA	50mA	50mA	50mA	
Memoria Flash	32Kb	256Kb	256Kb	32Kb	16Kb
SRAM	2Kb	8Kb	8Kb	2Kb	1Kb
EEPROM	1Kb	4Kb	4Kb	1Kb	512 bytes
Velocidad	16MHz	16MHz	16MHz	16MHz	16MHz
Tamaño	68,6x53,4 mm	102x54mm	101.5x53.3 mm	73.3x52.1 mm	43x18mm

Fuente: VB Mundo, 2016.

En la tabla se puede observar la comparación de distintas características de diferentes modelos de Arduino.

2.3.3 Módulos GPS.

Para las plataformas vistas anteriormente, se tienen opciones para la implementación de módulos GPS.

2.3.3.1 FONA 808 MINI.

A continuación se mostrarán las características del módulo FONA 808 extraídas del sitio web de ADAFRUIT.

FIGURA 4 MÓDULO FONA 808.



Fuente: Adafruit, 2016.

La placa mide 1.75 "x1.6", que también posee un módulo GSM con GPS integrado.

- Cuatro bandas 850/900/1800 / 1900MHz – se conecta a cualquier red GSM global con cualquier tarjeta SIM 2G.
- Envía y recibe mensajes SMS.
- Envía y recibe datos GPRS (TCP / IP, HTTP, etc.).
- GPS totalmente integrado (chipset MT3336).
- GPS con 22 canales de seguimiento / 66 canales de adquisición.
- Precisión: aproximadamente 2,5 metros.

Dicho módulo es totalmente compatible con Arduino y se puede adaptar a las entradas GPIO de Raspberry Pi.

2.3.3.2 Módulo SIM908 GPS GPRS QUAD-BAND.

Este módulo es compatible con Arduino y Galileo, pero también puede ser compatible con Raspberry Pi por medio de un adaptador.

Las características fueron obtenidas de la página web de Cooking-hacks.

FIGURA 5 MÓDULO SIM908 GPS GPRS QUAD-BAND.



Fuente: Cooking-hacks, 2016.

El módulo mide 30x30x3.2mm

- Quad-Band 850/900/1800/1900MHz.
- Peso:5.2g.
- GPS incorporado con 42 canales de recepción.
- Precisión: aproximadamente 3,0 metros.

2.3.4 Cálculo de potencia.

Los cálculos de potencia son esenciales para el análisis y diseño de los circuitos electrónicos de potencia. La potencia de cualquier dispositivo se calcula a partir de la tensión en bornes del mismo y de la corriente que la atraviesa (Hart, 2001). La potencia es:

ECUACIÓN 2 POTENCIA ELECTRICA.

$$P = V * I$$

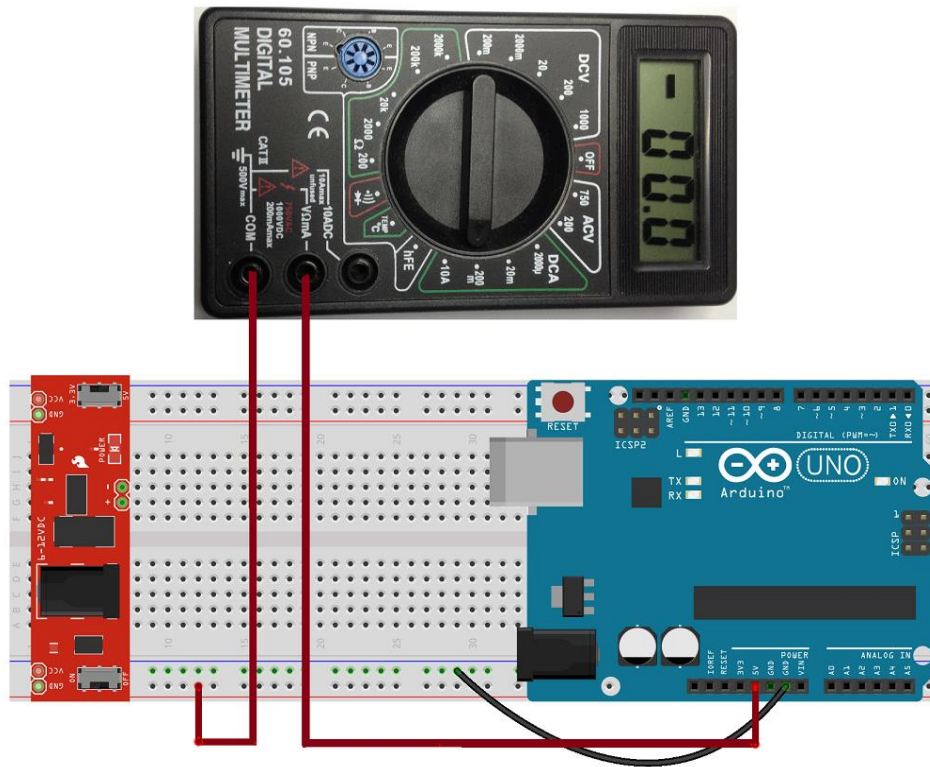
Fuente: Hart (2001).

Donde P es la potencia, V es el voltaje e I es la corriente.

2.3.5 Cálculo del tiempo de autonomía.

Para calcular el tiempo de autonomía de cualquier dispositivo portátil, lo que se debe conocer es la corriente que consume el dispositivo (mA) y la capacidad de la batería (Ah). Para esto se mide la corriente que circula con un multímetro que se encuentra en serie con el circuito y la batería como se ve en la siguiente imagen:

FIGURA 6 MEDIDA DEL AMPERAJE.



Fuente: Prometec, 2016.

La capacidad de la batería se encuentra especificada en la misma, así que se puede aplicar la siguiente ecuación para calcular el tiempo de autonomía:

ECUACIÓN 3 TIEMPO DE AUTONOMÍA.

$$\text{Tiempo de autonomía (h)} = \frac{\text{Capacidad de la batería (mAh)}}{\text{Corriente consumida por el dispositivo (mA)}}$$

Fuente: Prometec, 2016.

2.4 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DEL DISPOSITIVO GPS.

El lenguaje de programación es el mismo para los dos módulos vistos anteriormente. Se puede usar comandos AT para la programación del módulo GPS+GPRS. A continuación se mostrarán los comandos para iniciar la comunicación y programación de los módulos GPS+GPRS.

2.4.1 Módulo GPS+GPRS con comandos AT en Arduino.

Se debe extraer el microcontrolador ATmega previamente. Se conecta las antenas al módulo y luego se conecta el mismo al Arduino. Posteriormente se conecta el cable USB al Arduino y se coloca la tarjeta SIM. Finalmente se conecta el cable USB al ordenador y se abre un terminal de puerto serie para comunicarse a través del puerto USB.

Ajustar la velocidad de transmisión a 9600 bps y abrir el puerto serie, a continuación, pulsar el botón de encendido durante dos segundos. Los comandos básicos AT son:

TABLA 5 COMANDOS AT.

Comando	Respuesta	Descripción
AT	OK	Si se obtiene "OK", la comunicación con el módulo está funcionando.
AT+CPIN="****"	OK	Si la tarjeta SIM está bloqueada con el PIN (**** es el número de identificación personal).
AT+COPS?		Información del operador.

Fuente: Cooking-hacks, 2016.

Se debe usar mayúsculas para los comandos AT. Enviar CR (retorno de carro) y LF (salto de línea) después del comando AT.

2.4.2 Uso del módulo en modo autónomo GPS.

El siguiente esquema muestra cómo encender el GPS y obtener las cadenas NMEA (protocolo para la transmisión de datos) cuando los satélites se han fijado.

Comandos más importantes:

TABLA 6 COMANDOS AT PARA LA CONEXIÓN GPS.

Comandos AT	Respuesta	Descripción
AT+CGPSPWR	OK	Encender GPS.
AT+CGPSRST	OK	Establece el modo de reposición.
AT+CGPSSTATUS		Obtiene el estado: No Fix, Fix 2D y 3D Fix.
AT+CGPSINF	NMEA string	Obtiene cadenas NMEA.

Fuente: Cooking-hacks, 2016.

2.5 PLATAFORMAS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES ANDROID.

Android es una plataforma libre para teléfonos móviles, basada en GNU/Linux y con licencia GPL. Creado por la Open Handset Alliance, alianza tecnológica encabezada por Google, acompañada de compañías de nivel T-Mobile, HTC, Motorola, Telefónica, Samsung, Intel o Nvidia; Tiene el Respaldo suficiente para tener un éxito seguro y para convertir al software libre en el producto dominante en esta porción del mercado de la tecnología. El potencial de Android no está sólo avalado por las empresas que lo respaldan, sino por sus propias características técnicas (Carazo, 2012).

2.5.1 Características de Android.

Android, es el primero que combina, en una misma solución, las siguientes cualidades (Gironés, 2012):

- Plataforma abierta. Es una plataforma de desarrollo libre basada en Linux y de código abierto.
- Portabilidad asegurada. Las aplicaciones finales son desarrolladas en Java, lo que nos asegura que podrán ser ejecutadas en una gran variedad de dispositivos, tanto presentes como futuros.
- Filosofía de dispositivo siempre conectado a Internet.
- Gran cantidad de servicios incorporados. Por ejemplo, localización basada tanto en GPS como en redes, bases de datos con SQL, reconocimiento y síntesis de voz, navegador, multimedia, etc.
- Aceptable nivel de seguridad. Los programas se encuentran aislados unos de otros, gracias al concepto de ejecución dentro de una caja que hereda de Linux. Además, cada aplicación dispone de una serie de permisos que limitan su rango de actuación (servicios de localización, acceso a Internet, etc.).
- Optimizado para baja potencia y poca memoria. Por ejemplo, Android utiliza la Máquina Virtual Dalvik. Se trata de una implementación de Google de la máquina virtual de Java optimizada para dispositivos móviles.
- Alta calidad de gráficos y sonido. Gráficos vectoriales suavizados, animaciones inspiradas en Flash, gráficos en 3 dimensiones basados en OpenGL. Incorpora los codecs estándar más comunes de audio y vídeo.

2.5.2 Plataformas de programación Android.

Las plataformas de programación son softwares que sirven como base para ejecutar determinados archivos compatibles con éste. Dichas plataformas tienen un lenguaje de programación, algunas difieren entre sí y otras son similares.

Según la definición teórica, el lenguaje de programación se entiende a un sistema de comunicación que posee una determinada estructura, contenido y uso. La programación es, en el vocabulario propio de la informática, el procedimiento de escritura del código fuente de un software. De esta manera, puede decirse que la programación le indica al programa informático qué acción tiene que llevar a cabo y cuál es el modo de concretarla (Gironés, 2012).

2.6 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN ANDROID.

Existen diferentes softwares para desarrollar aplicaciones Android, desde programación por líneas de comando hasta programación gráfica. A continuación se mencionarán las más relevantes según Carazo (2012):

2.6.1 Basic4Android

Es una plataforma de programación para aplicaciones Android cuyo lenguaje base de programación es VisualBasic, ese lenguaje que está orientado a aquellas personas que empiezan en el mundo de la programación de una manera más gráfica y no tan abstracta. No es el mismo lenguaje de Microsoft, pero su sintaxis es la misma, lo cual tiene sus mismas ventajas como algunos de sus inconvenientes.

Esta plataforma no es gratuita, se encuentra desde la versión mínima de pago que es de 49 dólares hasta la versión máxima de 249 dólares americanos.

La diferencia entre las licencias es el tiempo que se tiene de actualizaciones, en la de menor precio se tiene completo acceso a la plataforma pero con solo 2 meses de actualizaciones, y la de mayor costo tiene 2 años de actualizaciones, lo que quiere decir por ejemplo que si se compra una licencia hoy de menor precio y en 3 meses sale la actualización por ejemplo de las librerías para el uso del NFC ya no se tendrá acceso a esta librería.

Es cierto que el costo no llama mucho la atención, pero si se quiere experimentar con esta plataforma, se puede descargar una versión completa de prueba por 30 días.

2.6.2 Mono para Android

Es un ambiente de programación similar al Visual Studio, y lo único que se debe instalar es el SDK de Android, la versión para Android de Mono. Se trabaja con un lenguaje nativo para Android ya que no tiene un intérprete como lo tendría Basic4Android. Por otro lado está el tema del costo, que para la versión más económica de Mono es de 399 dólares americanos, pero también se puede obtener una licencia libre para pruebas.

2.6.3 App Inventor

Esta plataforma de desarrollo está basada en un lenguaje de desarrollo gráfico en donde no se escribe ni una sola línea de código, tan solo se arrastra bloques identificados con la acción que se necesita hacer.

Esta plataforma de desarrollo fue impulsada por Google, con el fin de que más personas se unieran a la familia de Android; esta herramienta usa el navegador como centro principal de trabajo, y almacena todo en servidores que están disponibles cada vez que se ingrese a internet. La plataforma es totalmente gratuita.

2.6.4 LiveCode

El lenguaje de programación que usa LiveCode se llama “Programación Orientada a Eventos”, y se basa en arrastrar elementos a un área de trabajo y programar los eventos que estén vinculados a este elemento; por ejemplo, si se arrastra un botón al área de trabajo, el evento que tienes vinculados es el click sobre ese botón, o por ejemplo si se arrastra una imagen, el evento vinculado es moverlo sobre la pantalla.

Este programa no sólo sirve para desarrollar aplicaciones Android, sino también para IOS, Windows, entre otros. También es de pago dependiendo de que alcance se quiere tener en los desarrollos, si se quiere llegar a los sistemas operativos más populares, la licencia va a ser mucho más costosa que sólo para programar en Android; la licencia más económica es de 99 dólares americanos, pero también existe una versión de prueba de 30 días.

2.6.5 Eclipse

Es una plataforma de software compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto. Dicha plataforma posee un plug-in Android para poder desarrollar aplicaciones Android basado en el lenguaje Java, el cual también es gratuito.

TABLA 7 COMPARACIÓN ENTRE PLATAFORMAS DE PROGRAMACIÓN.

Software	Basic 4 Android	Mono para Android	App Inventor 2	Android Studio
Lenguaje de Programación	Visual Basic	Visual Basic, C++	Gráfica, Java	Java
Librería GPS	Sí	Sí	Sí	Sí
Librería SMS	Sí	Sí	Sí	Sí
Acceso a Mapas	Sí	Sí	Sí	Sí
Necesita Instalación	Sí	Sí	Online	Sí
Espacio requerido en la PC	400 MB	350Mb	Ninguno	600MB
Gratuito	No	No	Sí	Sí

Fuente: Carazo, 2012.

INGENIERÍA DE PROYECTO



3 MARCO PRÁCTICO.

3.1 MEDIDAS EMPLEADAS PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL A PACIENTES CON ESQUIZOFRENIA.

Se realizó una encuesta con el fin de identificar cuáles son las medidas usadas para poder ubicar a los pacientes con esquizofrenia, quienes se alejaban de su entorno habitual, además también, para conocer los métodos usados para la supervisión a dichos pacientes.

Según los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, en el departamento de La Paz, existen 8.738 personas con discapacidad mental o psíquica. En este sentido se usó la fórmula para calcular la muestra de la población de personas con discapacidad psíquica:

Población(N) = 8738

Nivel de confianza (Z) = 95% o 0,95

Grado de error (e) = 5% o 0,05

Probabilidad de ocurrencia (p) = 50% o 0,5

Probabilidad de no ocurrencia (q) = 50% o 0,5

$$n = \frac{(0,95)^2 * 0,5 * 0,5 * 8738}{8738 * 0,05^2 + 0,95^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 89,33$$

Dando un total de 90 personas a encuestadas. En el ANEXO A se muestran las preguntas realizadas

Las preguntas se realizaron tanto a personas del país, por medio de entrevistas personales, como a las del extranjero, esto gracias a las redes sociales. El número de

personas encuestadas en Bolivia fueron de 73 y en el extranjero fueron de 17, dando un total de 90 personas que respondieron a las preguntas propuestas.

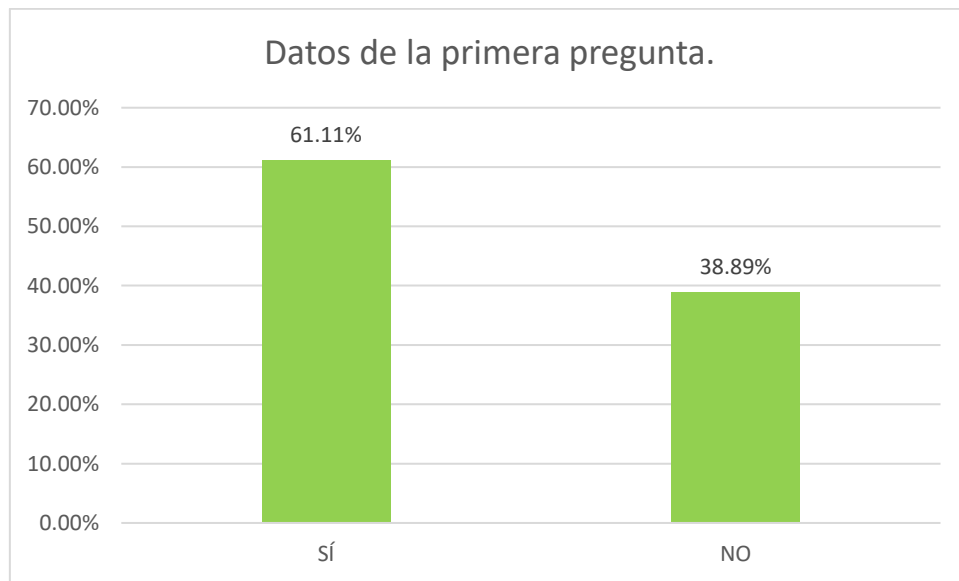
A continuación se verán los resultados obtenidos de la encuesta:

TABLA 8 DATOS OBTENIDOS DE LA PRIMERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

¿Alguna vez se alejó o se perdió la persona con esquizofrenia?	Bolivianos que dijeron "Sí"	Bolivianos que dijeron "No"	Total de Bolivianos encuestados	Extranjeros que dijeron "Sí"	Extranjeros que dijeron "No"	Total de Extranjeros encuestados
		44	29	73	11	6
	Total de personas que dijeron "Sí"		Total de personas que dijeron "No"		Total de Personas encuestadas	
	55		35		90	

Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

FIGURA 7 RESULTADOS DE LA PRIMERA PREGUNTA.



Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

Del total de personas bolivianas encuestadas, 44 respondieron "Sí" y 29 respondieron "No". En cuanto a las personas del extranjero, 11 respondieron "Sí" y 6 respondieron "No". El total de personas que respondieron afirmativamente fue de 55, versus un 35 número de personas que respondieron negativamente a la primera pregunta.

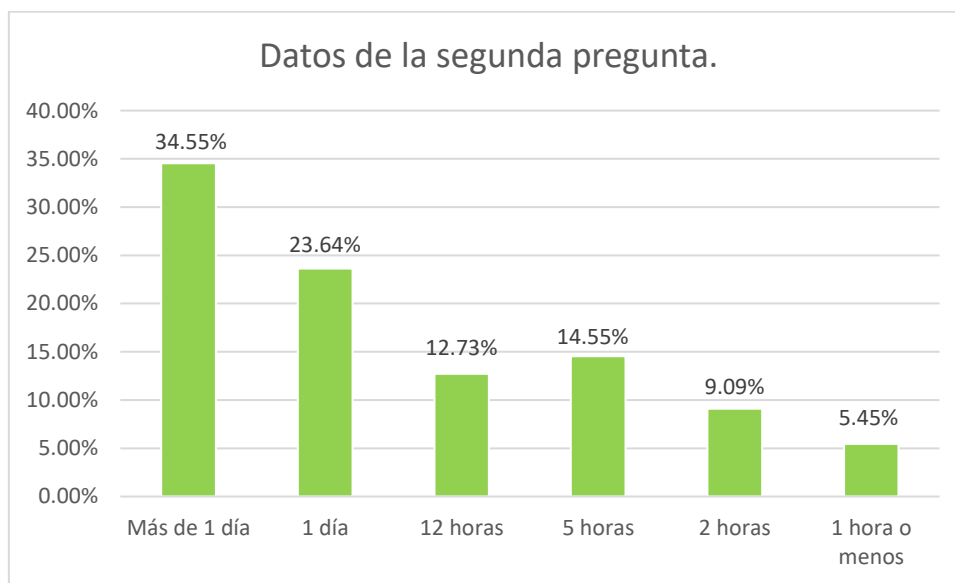
La cantidad de personas que afirmaron tener problemas con los pacientes con esquizofrenia no fue impactante ya que, en el capítulo del marco teórico, se mostraron datos de un gran número de personas desaparecidas, es decir que sí existe coherencia entre los resultados obtenidos con los resultados esperados.

TABLA 9 DATOS OBTENIDOS DE LA SEGUNDA PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

¿Cuánto tiempo demoró aproximadamente en encontrarla?	Más de 1 día	1 día	12 horas	5 horas	2 horas	1 hora o menos	Unidad
	19	13	7	8	5	3	(Personas)
	34,55%	23,64%	12,73%	14,55%	9,09%	5,45%	(Porcentaje)

FIGURA 8 RESULTADOS DE LA SEGUNDA PREGUNTA.



Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

Cabe resaltar que la segunda pregunta fue realizada sólo a las personas que respondieron “Sí” a la pregunta anterior.

En la tabla 9, se pueden observar los datos expresados en “número de personas” y en “porcentaje” respecto al total de personas que respondieron afirmativamente a la primera pregunta.

Aproximadamente el 35% de las personas demoraron más de un día en encontrar al paciente desaparecido, el 24% demoró un día, un 13% tardó 12 horas (medio día) en ubicar al paciente, el 15% 5 horas, el 9% por lo menos 2 horas y por último un 5% de personas tuvieron que buscar 1 hora, o menos, al paciente.

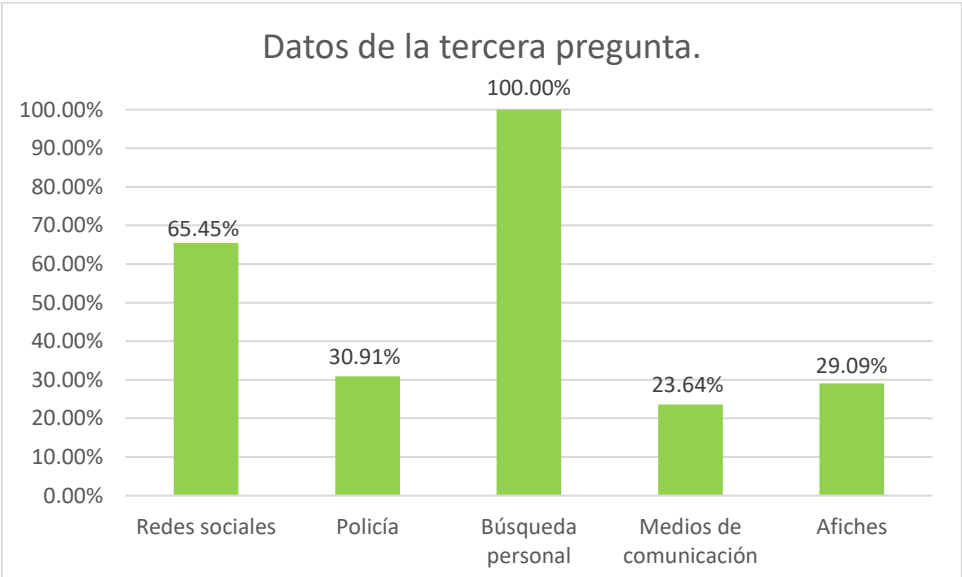
De esta tabla se puede destacar el hecho de que casi la mitad de las personas encuestadas demoraron más de un día en localizar al paciente desaparecido. Y este caso, como se mencionó anteriormente, no sólo acontece en nuestro país.

TABLA 10 DATOS OBTENIDOS DE LA TERCERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

¿Qué medios usó para localizar a la persona?	Redes sociales	Policía	Búsqueda personal	Medios de comunicación	Afiches	Unidad
	36	17	55	13	16	(Personas)
	65,45%	30,91%	100,00%	23,64%	29,09%	(Porcentaje)

Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

FIGURA 9 RESULTADOS DE LA TERCERA PREGUNTA.



Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

El objetivo de esta pregunta es conocer los medios usados para encontrar a la persona desaparecida.

En la tabla 10, se pueden observar que los datos se encuentran expresados en “número de personas” y en “porcentaje” respecto al total de personas (55 personas) que respondió “Sí” a la primera pregunta.

De todas las personas que buscaron a los pacientes desaparecidos un 65% usaron las redes sociales como medio para localizar a dicho paciente.

También se puede ver que el 31% de los parientes acudieron a la policía a sentar la denuncia por la desaparición de las personas que padecen esquizofrenia.

Muy pocos usaron los medios de comunicación, debido a que “el acceso a éstos es algo difícil” (mencionado por algunas personas en las entrevistas).

En cuanto a los afiches, que de igual modo es poco usado, las personas afirman que “muy pocas personas se detienen a ver los afiches”, por este motivo ese medio no es frecuentemente manejado.

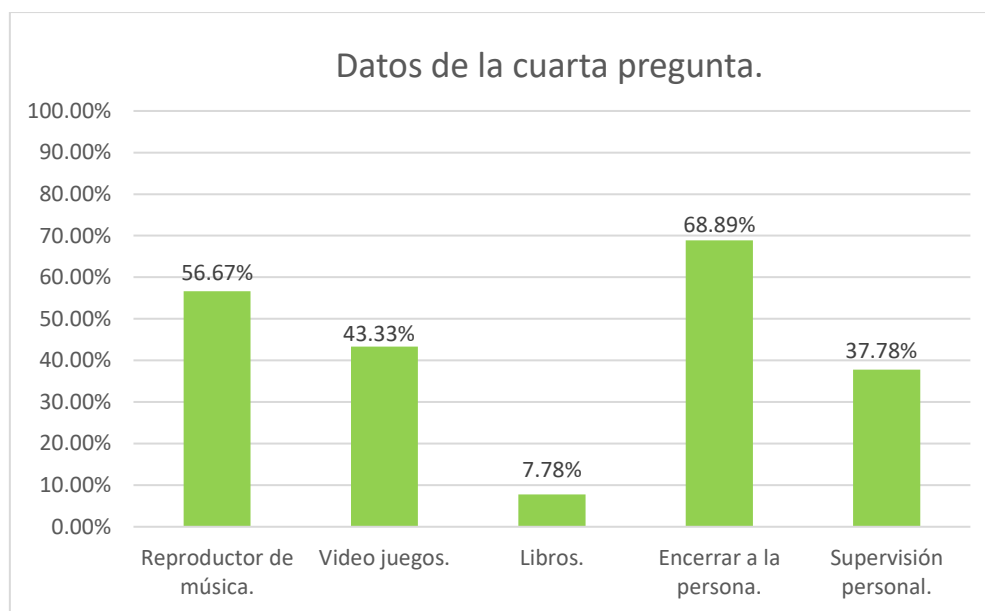
Por último, se puede observar en el resultado de las encuestas que todos los familiares de los desaparecidos realizaron personalmente una búsqueda de la persona esquizofrénica, por medio de indagaciones entre los vecinos de la zona, llamadas, mensajes, entre otros.

TABLA 11 DATOS OBTENIDOS DE LA CUARTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA.

¿Qué medios utiliza para evitar que la persona salga o se pierda?	Reproductor de música.	Video juegos.	Libros.	Encerrar a la persona.	Supervisión personal.	Unidad
	51	39	7	62	34	(Personas)
	56,67%	43,33%	7,78%	68,89%	37,78%	(Porcentaje)

Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

FIGURA 10 RRESULTADOS DE LA CUARTA PREGUNTA.



Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

Esta pregunta fue realizada a todas las personas encuestadas para conocer el método o medio usado para evitar que el paciente con esquizofrenia abandone su hogar.

En la tabla 10, se puede observar que el 57% de las personas (padre, madre o tutor) les regalan a las personas esquizofrénicas algún tipo de reproductor de música o cd's de música que les gusta, esto con el objetivo de que la persona se sienta cómoda en su entorno.

El 43% de las personas opta por comprar video juegos para los pacientes, con el fin de mantenerles distraídos. El tipo de consola es indistinta, van desde las consolas portátiles hasta las computadoras de escritorio.

El 8% de las personas obsequian libros o revistas a los pacientes. Los comics suelen ser la mejor opción en los pacientes jóvenes.

Un 69% de personas prefieren encerrar a los pacientes. Entre estos padres también se encuentran los que buscan distraer a los pacientes en los casos anteriores, es decir

que además de tratar de mantener distraído al paciente, se sienten más seguros encerrándolos también en sus hogares.

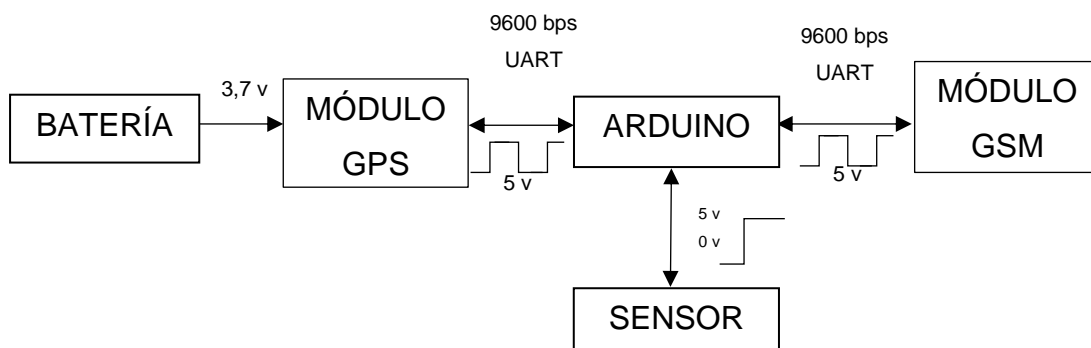
El 38% de los padres contrata o solicita a alguien para esta tarea, y en algunos casos se encargan personalmente de la atención y supervisión del paciente con esquizofrenia.

La encuesta se realizó para conocer los medios usados para ubicar a las personas con esquizofrenia cuando éstas abandonan su hogar, también para conocer aproximadamente el tiempo que demoran en ubicar a los pacientes.

3.2 DISEÑO DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL.

El dispositivo portátil consta de un microcontrolador, el cual tiene conectado un sensor encargado de alertar si dicho dispositivo es removido del lugar designado. También se encuentran los módulos GPS y el de comunicación.

FIGURA 11 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL.



Fuente: Elaboración propia en base a esquema eléctrico.

3.2.1 Bloque del módulo GPS.

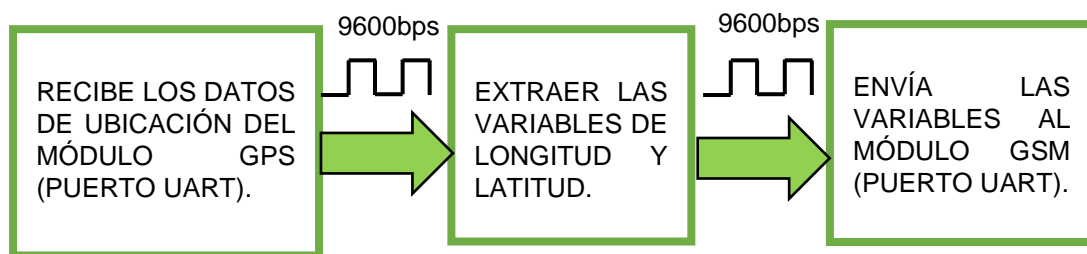
Este bloque está encargado de recibir los datos de ubicación de la persona que lleve el dispositivo, a través del módulo GPS.

Los datos que recibe el modulo GPS sigue el protocolo NMEA siglas de National Marine Electronics Asociation. Estos datos serán enviados por el puerto UART de manera serial al microcontrolador.

3.2.2 Bloque del microcontrolador.

Este bloque se encarga de la recepción de los datos del módulo GPS, por medio del puerto UART, para poder procesar y extraer las variables importantes, para luego ser enviados, por el mismo puerto, al módulo GSM, para su posterior envío al celular del padre, madre o tutor donde se encuentra instalada la aplicación con la interfaz de usuario, a través de un mensaje de texto.

FIGURA 12 ALGORITMO DEL MICROCONTROLADOR PARA LA UBICACIÓN.

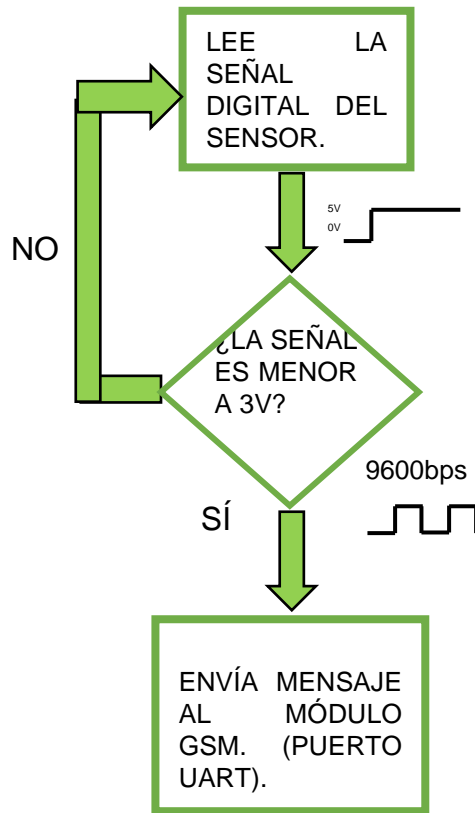


Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos del módulo GSM/GPS.

Además, el microcontrolador se encarga de recibir los datos del sensor de seguridad. Estos datos serán recibidos por uno de los pines, es decir que la señal emitida por el sensor será digital eléctrica.

En caso de que la persona se quite el dispositivo, el microcontrolador enviará un mensaje por el puerto UART al módulo GSM, para que éste envíe un mensaje de texto que alerte al padre, madre o tutor de dicho acto y la ubicación de donde se efectuó la mencionada acción.

FIGURA 13 ALGORITMO DEL MICROCONTROLADOR PARA EL SENSOR.



Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos del módulo GSM.

3.2.3 Bloque del módulo de comunicación.

El módulo GSM/GPRS permite al dispositivo conectarse a una red de telefonía móvil a través de la tarjeta SIM que se le introduzca. Dicho módulo es capaz de enviar o recibir mensajes de texto y realizar o recibir llamadas de voz.

Este módulo se lo puede programar mediante comandos AT y es el encargado de enviar los datos de ubicación del GPS y el mensaje de alerta (en caso de que el dispositivo sea retirado del sitio asignado), según lo indique el microcontrolador.

La comunicación entre este módulo y el microcontrolador es por medio del puerto UART.

3.2.4 Bloque del sensor de seguridad.

Este es un bloque muy importante puesto que es el encargado de avisar al microcontrolador si el dispositivo portátil fue retirado. Estará conectado al microcontrolador por uno de los pines, como se explicó anteriormente.

Este bloque funcionará como interruptor eléctrico, consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos se unen mediante un actuante para permitir que la corriente circule. El actuante hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos, si se separa el dispositivo portátil del cinturón, desviará o interrumpirá el curso de una corriente eléctrica y el microcontrolador enviará un mensaje de alerta al celular del padre, madre o tutor.

3.3 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL.

En este punto se elegirán los distintos componentes del dispositivo portátil, para su posterior desarrollo.

3.3.1 Selección de los módulos.

En el punto del Marco Teórico (2.3.2. MÓDULOS GPS), se presentaron dos módulos (FONA 808 y SIM908) y sus características, que además de ser Módulos GPS también son Módulos GSM, es decir son dos módulos en uno.

Ambos dispositivos tienen ciertas similitudes, entre ellas están las bandas de trabajo del GSM que son “Quad-band 850/900/1800/1900MHz”, la velocidad del Downlink es de 85,6 kbps y ambos, mediante la tecnología GPRS, son capaces de recibir/hacer llamadas, enviar/recibir mensajes de texto y conectarse a internet. El rango de temperatura en el cual pueden trabajar es de -40°C a 85°C. En cuanto al GPS, ambos módulos tienen un error de 2,5 m.

Pero también existen algunas diferencias, la que más resalta es la diferencia de la sensibilidad del GPS, mientras que el SIM908 tiene una sensibilidad de -160 dBm, el FONA 808 posee una sensibilidad de -165 dBm. El peso es otro factor importante para decidir que módulo elegir, el FONA 808 tiene un peso de 3,3 g y el SIM908 pesa 5,2 g. En cuanto a costos la diferencia es enorme, el módulo SIM908 cuesta el doble que el FONA 808.

Por esas diferencias el módulo que se eligió para este proyecto es el FONA 808, porque se adapta a las necesidades del proyecto.

FIGURA 14 MÓDULO FONA 808 ELEGIDO.



Fuente: Adafruit, 2016.

3.3.2 Selección de la plataforma para el bloque del microcontrolador.

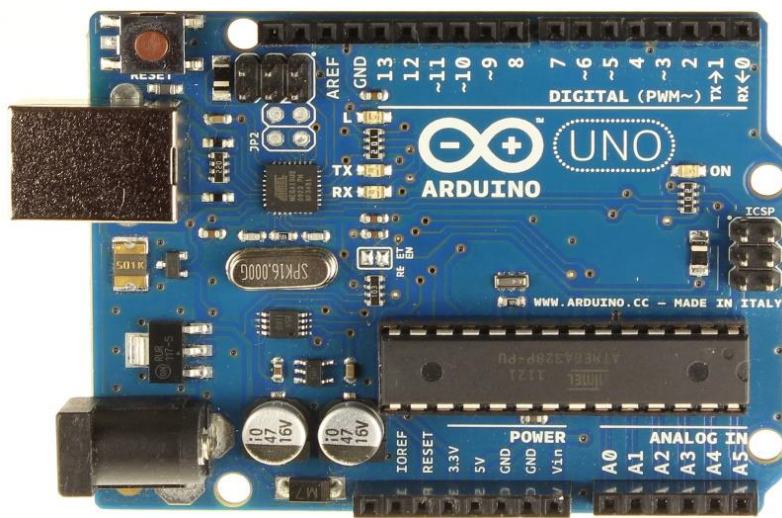
En la tabla 3, “Comparación de microcontroladores”, se realizó una breve comparación entre las placas Arduino, Galileo y Netduino. En dicha información obtenida, se pueden resaltar muchas diferencias, entre ellas está la memoria SRAM, Arduino tiene una memoria de 2 kb, Netduino tiene una memoria de 1 kb y el Galileo tiene una memoria que resalta ya que tiene una capacidad de 60 kb y esa no es la única diferencia que destaca. La memoria EEPROM de la placa Galileo también es superior a la memoria

de las otras dos placas, posee una capacidad de almacenamiento de 8 kb, mientras que de Arduino es de 1 kb al igual que de la placa Netduino.

Las placas Galileo y Netduino tienen un puerto Ethernet que Arduino no posee, además de tener una ranura para una memoria micro SD. Pero otra de las diferencias importantes es el consumo de corriente, ya que afectará en el tiempo de autonomía del dispositivo portátil, la placa arduino consume 46 mA, la placa Galileo consume 800 mA y la placa Netduino 62 mA. Como se puede observar la placa Arduino es la que menos corriente consume, por tanto, para el desarrollo del proyecto, se eligió dicha placa.

Arduino, además, posee diferentes placas como se puede observar en la tabla 4, “Comparación entre modelos de Arduino.”, entre estos, los que más destacan son el Arduino Uno y Arduino Nano por su reducido tamaño en comparación a los demás. De estos dos, el Arduino Uno tiene el mismo tamaño y número de pines que el módulo GSM/GPS, es decir que no necesita un adaptador como el Arduino Nano para obtener una conexión entre ambos. Por tanto, el modelo Arduino Uno, fue el microcontrolador seleccionado para este proyecto, por las características que presenta que fueron explicadas.

FIGURA 15 ARDUINO UNO ELEGIDO.

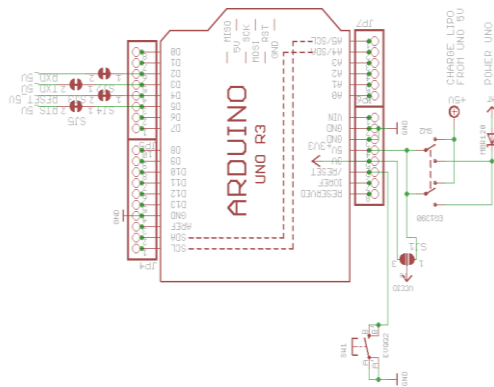
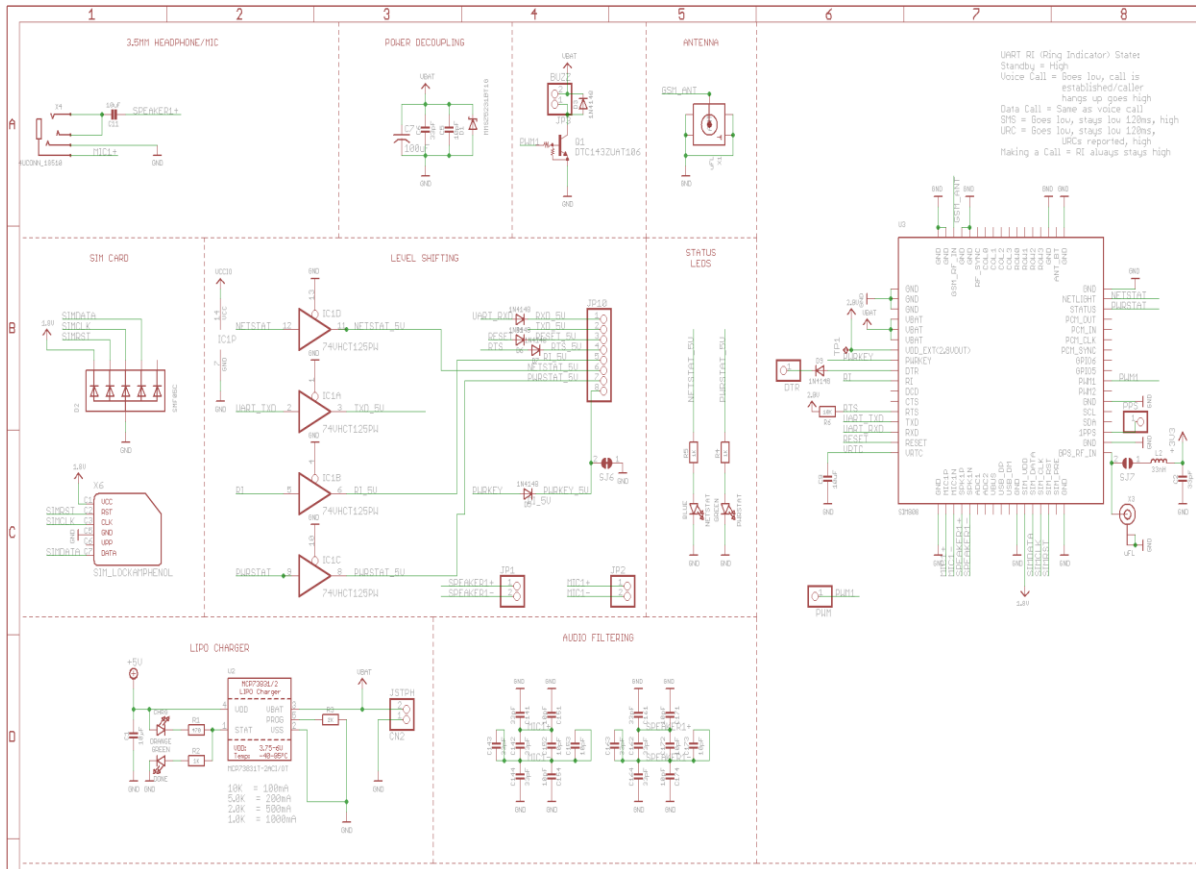


Fuente: Adafruit, 2016.

3.4 DESARROLLO DEL DISPOSITIVO PORTÁTIL.

El dispositivo portátil se desarrolló en base a la placa Arduino y el módulo GPS/GSM FONA808. A continuación se mostrará el esquema eléctrico del dispositivo.

FIGURA 16 ESQUEMA ELÉCTRICO.



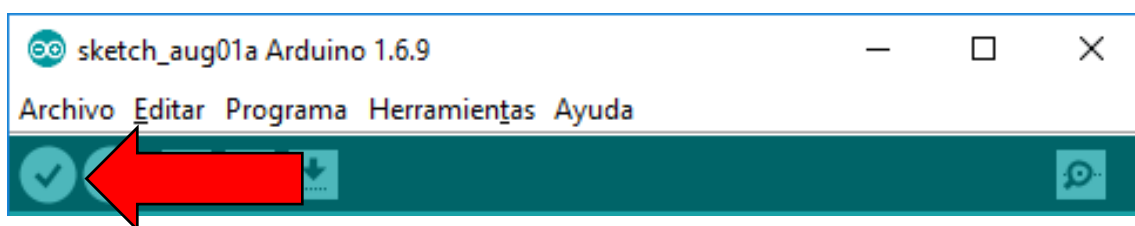
Fuente: Adafruit, 2016.

3.4.1 Comunicación entre la placa arduino y la computadora personal.

El primer paso que comprobó que la conexión realizada es correcta, es abrir uno de los ejemplos. Se recomienda abrir el ejemplo "Blink". Para ello accedimos a través del menú File>Sketchbook>Examples>Digital>Blink.

El ejemplo "Blink" lo único que hace es parpadear el LED que se encuentra colocado en el pin número 13 de la placa. Antes de subir un programa, se debe comprobar que el código fuente es correcto. Para ello se pulsa el botón de verificación de código que tiene forma de un Ticket.

FIGURA 17 BOTÓN PARA VERIFICAR EL CÓDIGO.



Fuente: Elaboración propia en base a Arduino.

Si el código es correcto aparece un mensaje como este:

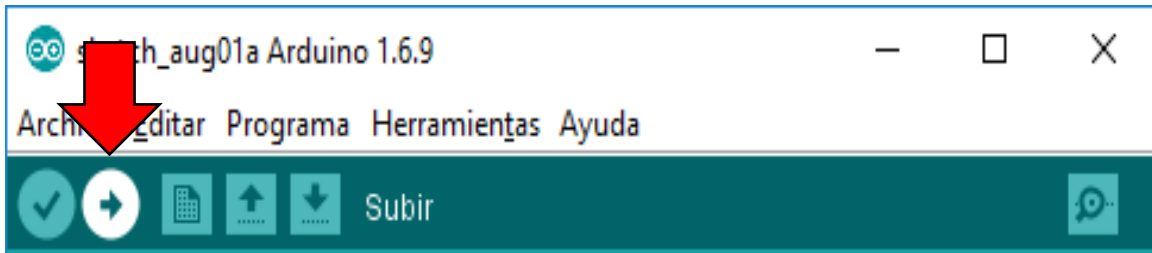
FIGURA 18 MENSAJE DE COMPILACIÓN.



Fuente: Elaboración propia en base a Arduino.

Posterior a la verificación se subió el código a la placa Arduino presionando el botón "Subir" que se encuentra en la parte superior de la ventana, a lado del botón "Verificar":

FIGURA 19 BOTÓN SUBIR.



Fuente: Elaboración propia en base a Arduino.

Del mismo modo apareció un mensaje que confirmó que el programa ya se encontraba grabado en el microcontrolador.

Por último, se puede observar como el led 13 de la placa Arduino parpadea cada cierto tiempo.

3.4.2 Desarrollo de la programación.

El programa usó la librería EEPROM, que ya se encuentra en el IDE de Arduino por defecto, por lo que no se tuvo que agregarla ni descargarla. Ésta fue usada para guardar los datos de configuración que enviará la interfaz de usuario.

Los primeros siete espacios (del uno al ocho), de la memoria EEPROM, fueron usados para guardar el número celular al cual enviará la información sobre la ubicación de la persona con esquizofrenia que lleve el dispositivo portátil. Los siguientes cuatro espacios (del nueve al doce) se reservaron para guardar los datos del radio. Los espacios del 13 al 22 para la longitud y del 23 al 32 para la latitud.

También fue usada la librería SoftwareSerial, que del mismo modo, se encuentra en el IDE por defecto. Ésta fue usada para comunicar la placa Arduino y el módulo FONA808. Los pines usados para la recepción y transmisión de datos fueron el tres y el dos, respectivamente.

FIGURA 20 LIBRERÍAS USADAS Y DECLARACIÓN DE PINES DE COMUNICACIÓN.

```
#include <EEPROM.h>
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial serialmodem(3, 2);
```

Fuente: Elaboración propia en base a Arduino.

El programa se divide básicamente en tres partes. La primera se encarga de recibir los mensajes de texto y procesarlos. Este paso lo que hace primero es verificar si recibe un SMS, en caso de que sea así, verifica la cabecera y la cola del mensaje, es decir que si la cabecera es igual a “#” el mensaje es válido ya que contiene información para la configuración del dispositivo, caso contrario el mensaje no es útil ya que no contiene la información requerida. En cuanto a la cola del mensaje existen tres posibilidades, la primera es que termine en “@” lo cual indicaría que el mensaje contiene la información sobre el número del celular con el que se debe contactar.

TABLA 12 TRAMA DEL SMS.

Cabecera	Información	Cola
#	Mensaje	@ ó % ó ?

Fuente: Elaboración propia en base a la trama del mensaje de texto.

FIGURA 21 PRIMERA VERIFICACIÓN DE LA CABECERA Y COLA DEL SMS.

```
/*******procesar mensaje y guardar dato*****
n=1;
if(mensaje[0] == '#' && mensaje[9] == '@') //consulta si la trama es correcta antes de
//cambiar el numero celular del padre, madre o tutor.
{
  while(mensaje[n] != '@')
  {
    EEPROM.write(n, mensaje[n]); //guarda dato en la eeprom posicion 1,2,3,4,5,6,7,8
    n+=1;
    //Serial.print();
  }
  //Serial.println("numero guardado");
  enviar_sms(2); //enviamos sms de proceso correcto
}
```

Fuente: Elaboración propia en base a la trama del mensaje de texto.

Si el mensaje termina en “%”, la información que contiene éste es el radio, la latitud y la longitud para configurar el área permitida en el cual debe estar el paciente con esquizofrenia.

FIGURA 22 SEGUNDA VERIFICACIÓN DE LA CABECERA Y COLA DEL SMS.

```
else if(mensaje[0] == '#' && mensaje[27] == '%') //pregutna si la trama es correcta
{
    EEPROM.write(9, mensaje[1]);
    EEPROM.write(10, mensaje[2]);
    EEPROM.write(11, mensaje[3]);
    EEPROM.write(12, mensaje[4]);

    n=6; //posicion 6 de mensaje donde inicia la latitud
    m=13;
    while(mensaje[n] != ',') //guardamos latitud incluido signo
    {
        EEPROM.write(m, mensaje[n]); //guarda dato en eeprom desde posicion 13,14,15,16,17,18,19,20,21,22
        n+=1;
        m+=1;
    }

    n=17; //posicion 17 de mensaje donde inicia la longitud
    m=23; //posicion de la memoria eeprom donde se guarda
    while(mensaje[n] != '%') //guardamos longitud incluido signo
    {
        EEPROM.write(m, mensaje[n]); //guarda dato en eeprom desde posicion 23,24,25,26,27,28,29,30,31,32
        n+=1;
        m+=1;
    }
}
```

Fuente: Elaboración propia en base a la trama del mensaje de texto.

Después de ello, el microcontrolador guarda la información obtenida en los lugares correspondientes anteriormente mencionados, esto con el fin de configurar el dispositivo GPS.

La tercera posibilidad es que el mensaje termine en “?”, lo que indica que la interfaz de usuario requiere la ubicación actual del dispositivo GPS, esté o no fuera del perímetro asignado por el padre, madre o tutor desde la interfaz de usuario instalada en su teléfono celular.

FIGURA 23 TERCERA VERIFICACIÓN DE LA CABECERA Y COLA DEL SMS.

```
else if(mensaje[0] == '#' && mensaje[9] == '?') //pregunta si pedimos posicion
{
  if(mensaje[1] == 'p' && mensaje[2] == 'o')
  {
    enviar_sms(1); //enviar latitud, longitud
  }
}
```

Fuente: Elaboración propia en base a la trama del mensaje de texto.

La segunda parte de la programación se encarga de pedir los datos de ubicación al módulo GPS.

FIGURA 24 OBTENCIÓN DE LOS DATOS DE UBICACIÓN.

```
//pedimos dato de gps
//Serial.println("AT+CGNSINF");
serialmodem.println("AT+CGNSINF"); //pide datos de ubicación al módulo gps
vergps();

auxtimeout=0; //limpiamos buffer
while(auxtimeout<200)
{
  if(serialmodem.available()>0)
  {
    dato=serialmodem.read();
  }
  auxtimeout+=1;
  delay(1);
}
dato=0;
timeout=0;
```

Fuente: Elaboración propia en base a los comandos AT.

El microcontrolador almacena los datos de latitud y longitud cada 60 segundos del módulo GPS.

La tercera parte de la programación es la más importante ya que se encarga de verificar que la persona no salga del perímetro permitido, pero será vista más adelante.

3.4.3 Tiempo de autonomía del dispositivo.

Con ayuda de un multímetro se midió la corriente consumida por el dispositivo y el voltaje del mismo, a partir de ello, se puede conocer la potencia consumida:

Corriente (I)= 71,30 [mA].

Voltaje (V)= 3,78 [v].

$$P = 71,30 \text{ [mA]} * 3,78 \text{ [v]}$$

$$P = 269,51 \text{ [mW]}$$

Además se calculará el tiempo de autonomía conociendo la corriente, que fue medida, y la capacidad de la batería:

$$\textit{Tiempo de autonomía} = \frac{1200 \text{ [mAh]}}{71,30 \text{ [mA]}}$$

$$\textit{Tiempo de autonomía} = 16,83 \text{ [h]}$$

3.5 PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN ANDROID.

La interfaz de usuario se divide en dos ventanas, la primera es para configurar la ubicación y el radio máximo en el cual se puede encontrar el paciente con esquizofrenia. En ésta parte lo primero que se debe introducir es el número de la tarjeta SIM, la cual está en el dispositivo GPS.

A continuación se introduce el número del celular que recibirá el reporte de ubicación del dispositivo GPS. Para esto se usaron los siguientes componentes en la programación:

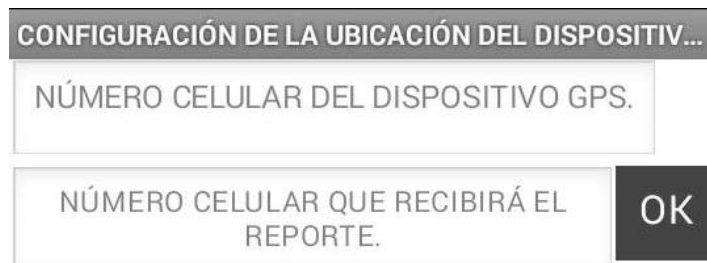
TABLA 13 COMPONENTES USADOS POR APP INVENTOR PARA LA PRIMERA PARTE.

Tipo de componente	Grupo de "Palette"	Nombre del componente	Finalidad
Text Box	User Interface	Número_Celular	En este espacio se escribe el número celular del dispositivo GPS.
Text Box	User Interface	Número_para_Reportes	Aquí se escribe el número celular que recibirá el reporte de ubicación.
Button	User Interface	Ok	Este botón es para enviar la primera configuración del reporte.
Texting	Social	Texting1	Envía el mensaje.

Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

En la propiedad **HINT** del Text Box “Número_Celular”, se escribió la indicación: “NÚMERO CELULAR DEL DISPOSITIVO GPS.”. En el Text Box “Número_para_Reportes” se escribió el siguiente enunciado “NÚMERO CELULAR QUE RECIBIRÁ EL REPORTE.”, en la mencionada propiedad de este segundo elemento.

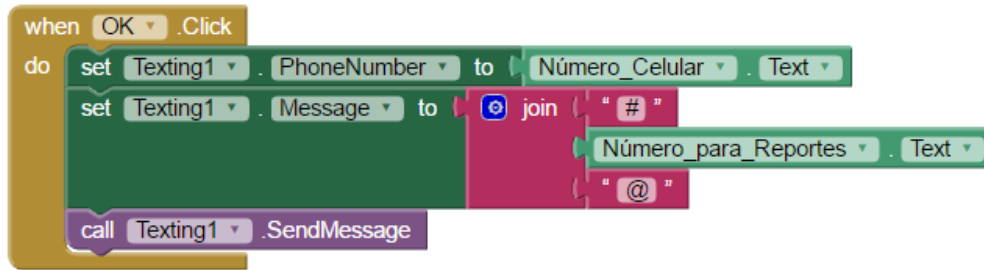
FIGURA 25 PARTE SUPERIOR DE LA APLICACIÓN.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Se programó esta primera parte con el bloque Texting1.SendMessage para enviar el primer mensaje de configuración al presionar el botón “Ok”.

FIGURA 26 PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DE LA PARTE SUPERIOR DE LA APLICACIÓN.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Después de ello, se programó la sección que se encarga de enviar la ubicación en la cual debe permanecer la persona que lleve el dispositivo GPS y el radio máximo que no podrá dejar. Se usaron los siguientes componentes para esto:

TABLA 14 COMPONENTES USADOS PARA LA SEGUNDA PARTE.

Tipo de componente	Grupo de "Palette"	Nombre del componente	Finalidad
Button	User Interface	Seleccionar_Ubicación	Obtiene la ubicación actual del celular.
Text Box	User Interface	Latitud	Aquí se muestra la latitud obtenida.
Text Box	User Interface	Longitud	Aquí se muestra la longitud obtenida.
Web Viewer	User Interface	VisorWeb1	Muestra la ubicación en el mapa.
Label	User Interface	Pedir_Radio	La orden que pide el radio.
Text Box	User Interface	Radio	Es el espacio para anotar el radio.
Button	User Interface	Enviar	Envía la segunda configuración.
Button	User Interface	Recepción	Al presionar el botón nos muestra la segunda ventana.
Location Sensor	Sensors	LocationSensor1	Para obtener la ubicación geográfica del celular.
Tiny DB	Storage	TinyDB1	Graba información en la aplicación.

Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

En la propiedad HINT de los Text Box “Latitud” y “Longitud” se escribieron los textos Latitud y Longitud respectivamente. Posterior a eso se encuentra el espacio para visualizar el mapa con la ubicación obtenida. Un poco más abajo está el espacio para escribir el radio máximo que se asignará. Y por último se tienen los botones “Enviar” y “Recepción”.

FIGURA 27 SEGUNDA PARTE DE LA APLICACIÓN.



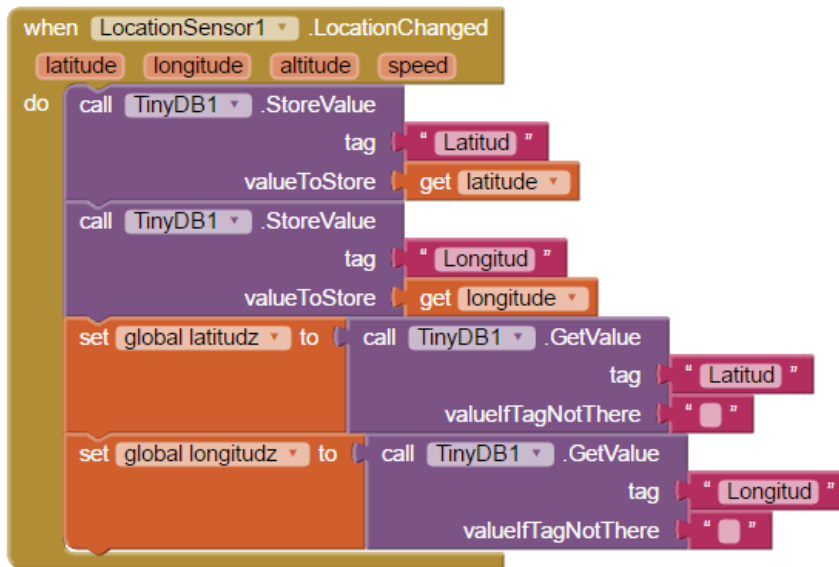
The image shows a mobile application interface. At the top, there is a dark button labeled "UBICACIÓN INICIAL". Below it are two text input fields, one labeled "Latitud" and one labeled "Longitud". A large white rectangular area below these fields is intended for a map. At the bottom, there is a label "RADIO (en metros):" followed by a text input field containing the number "60". Below the radio field are two dark buttons: "ENVIAR" on the left and "RECEPCIÓN" on the right.

Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Al presionar el botón “UBICACIÓN INICIAL”, se mostrarán la latitud y la longitud obtenidas y posteriormente se desplegará en el mapa. Después de ello se puede modificar el radio y enviar la segunda configuración presionando el botón “ENVIAR”.

En la programación se usó el componente LocationSensor para obtener los datos de latitud y longitud, posteriormente se guardan esta información en la aplicación con el componente TinyDB y se guardan con las etiquetas “Latitud” y “Longitud”.

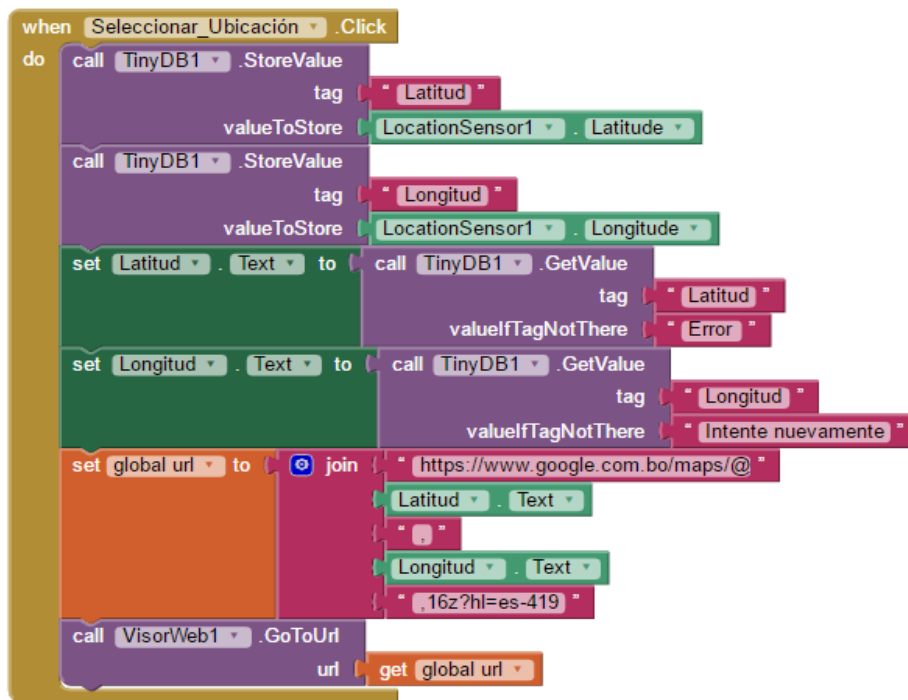
FIGURA 28 PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DE LA SEGUNDA PARTE DE LA APLICACIÓN.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Al presionar el botón UBICACIÓN INICIAL mostrará el mapa donde se podrá ver la ubicación geográfica.

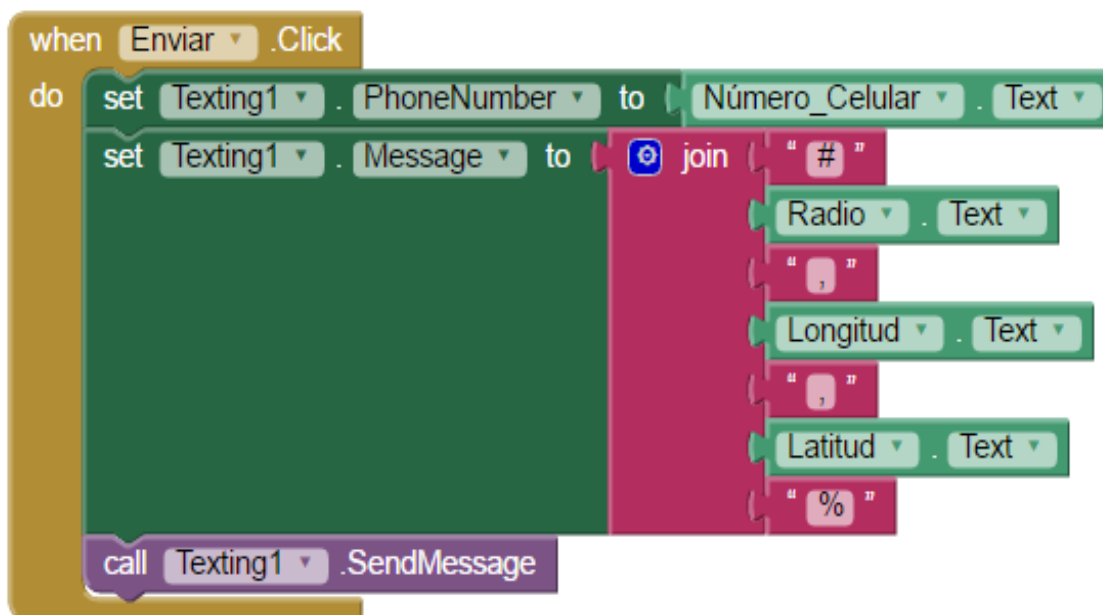
FIGURA 29 PROGRAMACIÓN EN BLOQUES PARA OBTENER LATITUD Y LONGITUD INICIAL.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Al presionar el botón ENVIAR, la aplicación enviará el radio, la latitud y la longitud al número del dispositivo GPS, con el fin de demarcar el área.

FIGURA 30 PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DEL BOTÓN “ENVIAR”.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Y el botón RECEPCIÓN muestra la segunda ventana de la aplicación, la cual se encarga de recibir los reportes de ubicación, por medio de los mensajes de texto, de la persona que lleve el dispositivo portátil.

FIGURA 31 PROGRAMACIÓN EN BLOQUES PARA MOSTRAR LA SEGUNDA VENTANA.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Para la segunda ventana de la interfaz de usuario se usaron los componentes que se ven a continuación:

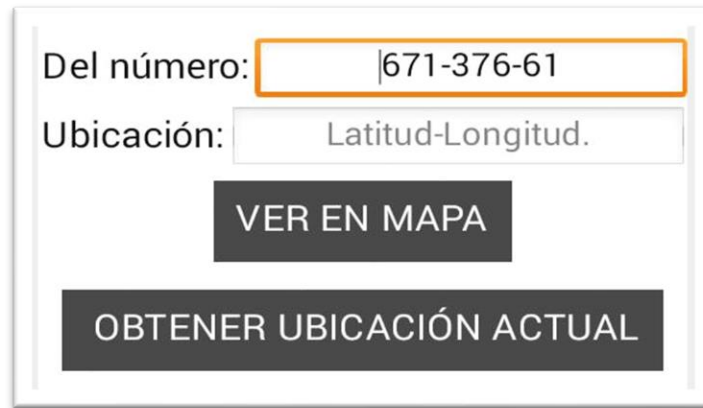
TABLA 15 COMPONENTES USADOS PARA LA SEGUNDA VENTANA.

Tipo de componente	Grupo de "Palette"	Nombre del componente	Finalidad
Label	User Interface	Mensaje_Recibido	Muestra el mensaje "Mensaje Recibido".
Label	User Interface	Del_Número	Señala el número del dispositivo GPS.
Text Box	User Interface	Origen	Muestra el número del dispositivo GPS.
Label	User Interface	Mensaje	Señala el mensaje con ubicación.
Text Box	User Interface	Ubicación	Muestra el mensaje con la ubicación del GPS.
Button	User Interface	Ver_Mapa	Al presionar el botón abre "Google Maps" y señala la ubicación.
Button	User Interface	Ubicación_Actual	Pide la ubicación actual al dispositivo GPS.
Texting	Social	Texting1	Envía el mensaje.
Tiny DB	Storage	TinyDB1	Graba información en la aplicación.
Sound	Media	Sound1	Permite vibrar al celular.
Activity Starter	Connectivity	ActivityStarter1	Abre la aplicación Google Maps.

Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Esta ventana se encarga de recibir los mensajes del dispositivo GPS. El primer Text Box muestra el número del remitente y el segundo el mensaje que contiene las coordenadas de ubicación del dispositivo GPS.

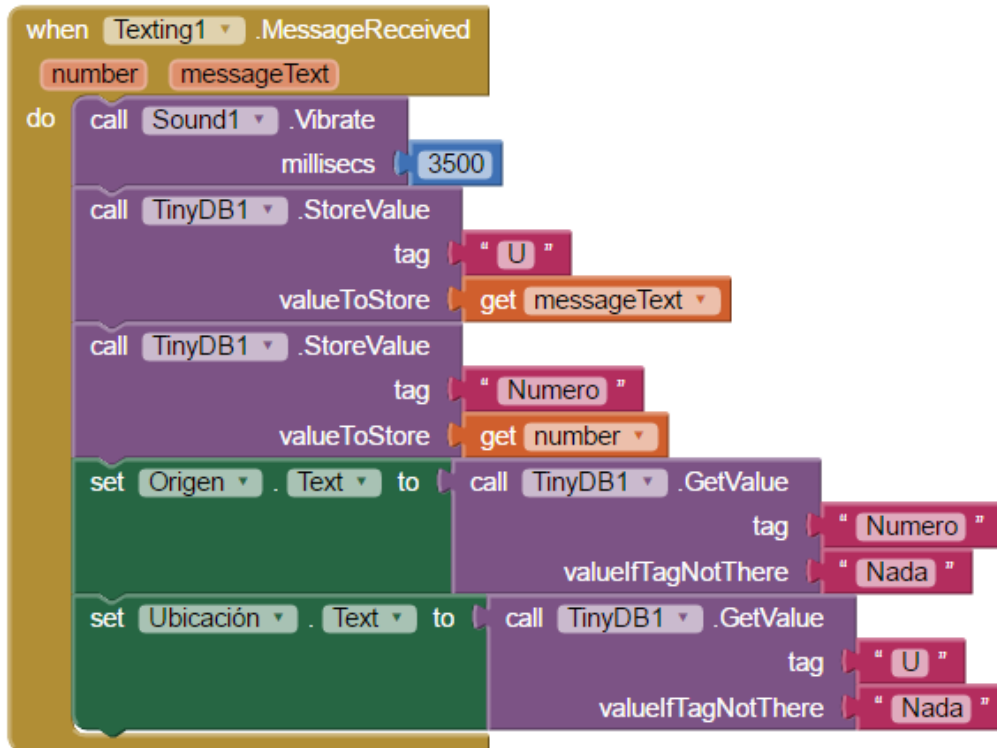
FIGURA 32 SEGUNDA VENTANA DE LA APLICACIÓN.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Al recibir el mensaje el celular vibrará durante 3500ms y guardará el número del remitente y el mensaje en la aplicación con etiquetas con los nombres "Numero" y "U" (Ubicación) respectivamente.

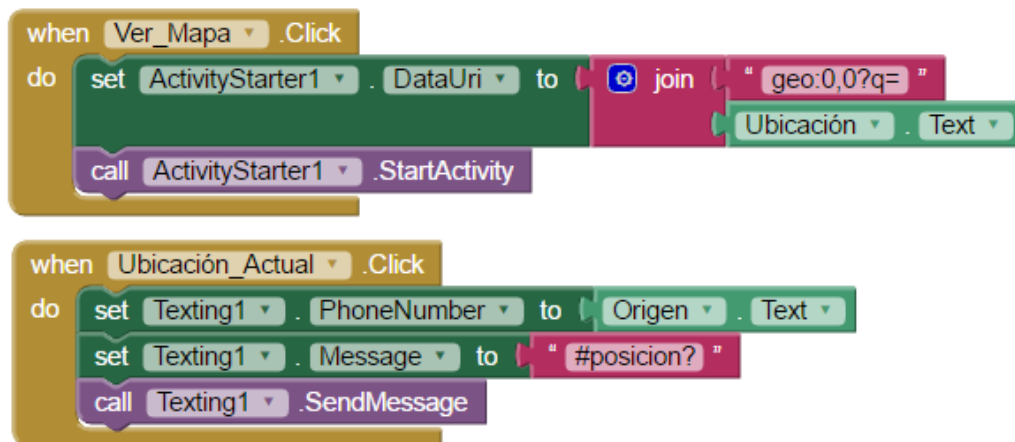
FIGURA 33 PROGRAMACIÓN EN BLOQUES PARA LA RECEPCIÓN DEL SMS.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

Al presionar el botón “VER EN MAPA”, las coordenadas recibidas son mostradas en la aplicación Google Maps, programa que deberá estar instalado en el celular que recibirá la información del dispositivo GPS. Presionando el botón “OBTENER UBICACIÓN ACTUAL”, se enviará un mensaje requiriendo la ubicación actual del dispositivo GPS.

FIGURA 34 PROGRAMACIÓN EN BLOQUES DE LOS BOTONES PARA VER LA UBICACIÓN RECIBIDA EN GOOGLE MAPS Y PEDIR LA UBICACIÓN ACTUAL.



Fuente: Elaboración propia en base a App Inventor 2.

3.6 DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE PERÍMETRO DE SUPERVISIÓN.

Esta fue la parte más importante de la programación ya que se encarga de verificar que el sujeto no salga del perímetro establecido, y en caso de que se aleje, el dispositivo envía un SMS que contiene la ubicación geográfica de donde se encuentra dicha persona. Hasta que la persona no regrese al área designada, el dispositivo enviará mensajes de texto cada cinco minutos al número celular del padre, madre o tutor que se encuentra almacenado en la memoria EEPROM del dispositivo como se explicó anteriormente.

Esta fórmula se usó para poder hallar la distancia que existe entre dos puntos en la tierra conociendo ambas latitudes y ambas longitudes. Al obtener dicha distancia se

comparó con el radio configurado previamente, si la distancia es mayor al radio entonces la persona que lleva el dispositivo se encuentra fuera del área designada.

En la programación, para obtener esto, primero se convirtieron las coordenadas geográficas negativas a positivas:

FIGURA 35 PROGRAMACIÓN PARA CONVERTIR COORDENADAS NEGATIVAS EN POSITIVAS.

```
if(latnum <=0) //si es negativo lo multiplica por -1
{
    LA2=latnum * (-1.0); //vuelve positivo
}
else
{
    LA2=latnum;
}
if(latini <=0) //si es negativo lo multiplica por -1
{
    LA1=latini * (-1.0); //vuelve positivo
}
else
{
    LA1=latini ;
}
if(longnum <=0) //si es negativo lo multiplica por -1
{
    LO2=longnum * (-1.0); //vuelve positivo
}
else
{
    LO2=longnum;
}
```

Fuente: Elaboración propia en base a la fórmula de Haversine.

Después de ello, se convirtieron las coordenadas de grados a radianes:

FIGURA 36 PROGRAMACIÓN PARA CONVERTIR A RADIANES.

```
LA1 = (LA1*3.1415)/180.0;
LA2 = (LA2*3.1415)/180.0;
LO1 = (LO1*3.1415)/180.0;
LO2 = (LO2*3.1415)/180.0;
```

Fuente: Elaboración propia en base a la fórmula de Haversine.

Posteriormente se aplicó la fórmula de Haversine:

FIGURA 37 APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DE HAVERSINE.

```
diflat = LA2 - LA1;
diflong = LO2 - LO1;

diflat = diflat/2.0;
diflong = diflong/2.0;

x1=sin(diflat);
x1=pow(x1,2); //potencia 2

y1=cos(LA1)*cos(LA2)*1.0;

z1=sin(diflong);
z1=pow(z1,2);

d1=(x1+y1*z1);

distancia = 2.0 * atan2(sqrt(d1),sqrt(1-d1));

distancia = r * distancia; //en kilometros

distancia = distancia * 1000.0; //en metros
```

Fuente: Elaboración propia en base a la fórmula de Haversine.

Ya con la distancia en el formato requerido, se llevó a cabo el último paso, la comparación:

FIGURA 38 COMPARACIÓN ENTRE LA DISTANCIA Y EL RADIO.

```
if(distancia>=radio)
{
    enviar_sms(3);
}
distancia=0;
```

Fuente: Elaboración propia en base a la fórmula de Haversine.

Como se mencionó anteriormente, si la distancia es mayor al radio, se enviará un mensaje con la ubicación del paciente al celular del padre, madre o tutor.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA



4 EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.

4.1 EVALUACIÓN TÉCNICA.

A continuación se mostrará una tabla resumen con los componentes elegidos para el dispositivo portátil:

TABLA 16 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES.

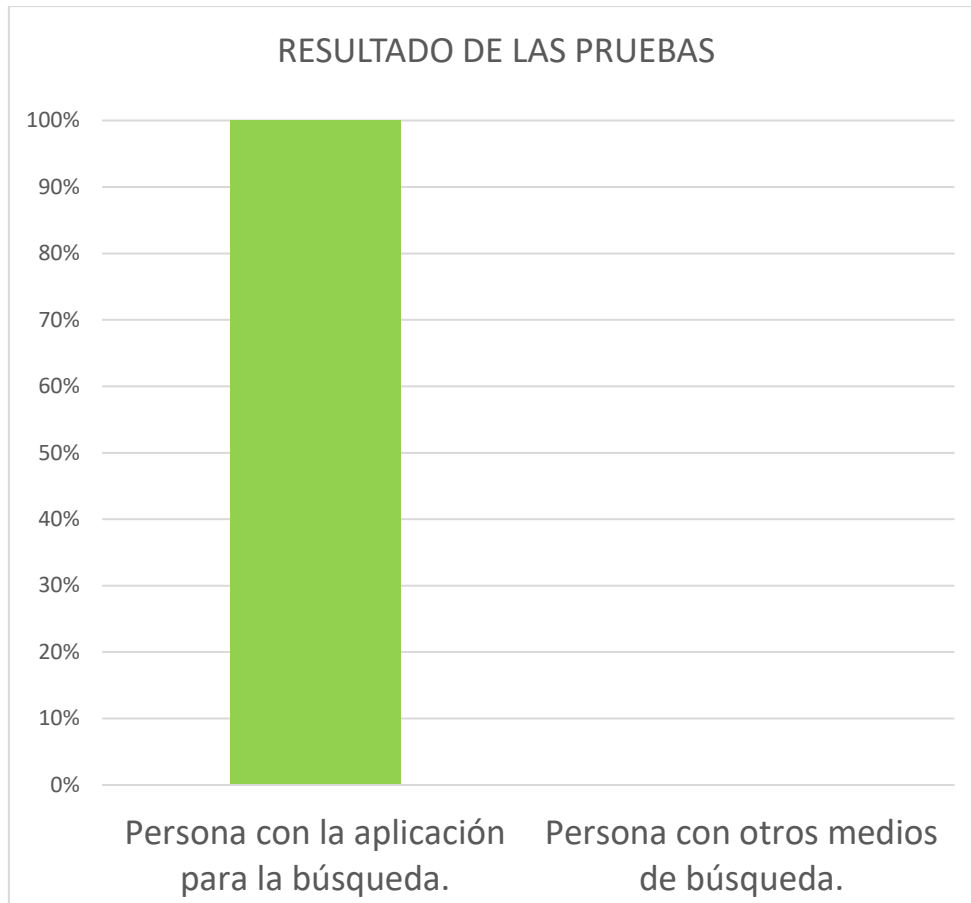
Componente	Criterio de selección
Arduino	-La corriente que consume es menor a las otras plataformas comparadas (46mA). -Diseño más simple, ya que no posee puerto Ethernet, ni lector micro SD.
FONA 808	-Mayor precisión (2,5m). -Menor tamaño (68,6 x 53,4mm).

Fuente: Elaboración propia en base a las características de los componentes.

La evaluación del funcionamiento se hizo de dos maneras. La primera, se puso el dispositivo en una persona voluntaria y se le indicó que se aleje de un punto inicial por donde quiera y a donde quiera, después de 15 minutos se les dijo a otras dos personas que conocían a la primera que la encuentren, una de ellas tenía la aplicación en su celular que fue desarrollada para recibir los reportes de ubicación de la persona que lleva el dispositivo, la otra persona no tenía la aplicación, pero se le permitió usar cualquier otro método que quisiera para encontrar a la persona que lleva el dispositivo. Se realizó la prueba diez veces, en todas ellas la persona que llevaba el dispositivo era la misma, mientras que los otros dos sujetos variaban en cada caso.

A continuación se mostrará una tabla con el porcentaje de veces en la que cada sujeto logró encontrar a la persona que llevaba el dispositivo.

FIGURA 39 GRÁFICA ESTADÍSTICA DEL RESULTADO DE LA PRUEBA.



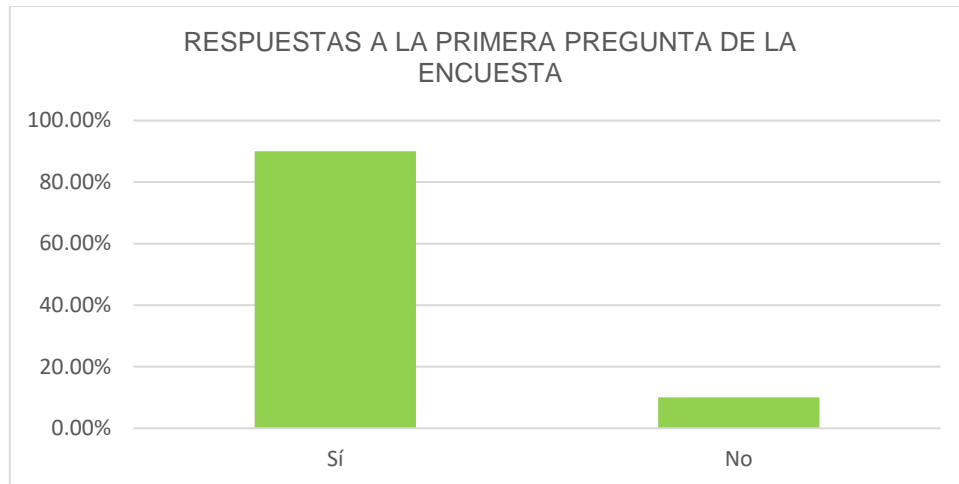
Fuente: Elaboración propia en base a la evaluación técnica.

Basado en los resultados dados de las pruebas que se realizaron, las personas que llevaban la aplicación instalada en el celular que recibía el reporte de ubicación, encontraron a la persona que llevaba el dispositivo antes que el otro sujeto que no tenía la aplicación instalada en su teléfono celular, pero que sí podía usar cualquier otro método.

También se realizó una breve encuesta a los 10 diferentes sujetos que se encargaron de realizar la búsqueda de la persona, que llevaba el dispositivo portátil y se alejó de un determinado área, con ayuda de la interfaz de usuario instalada en sus teléfonos celulares:

“1. ¿Le ayudó el uso de la aplicación en la ubicación de la persona que llevaba el dispositivo?”

FIGURA 40 GRÁFICA ESTADÍSTICA DEL RESULTADO DE LA PRIMERA PREGUNTA.

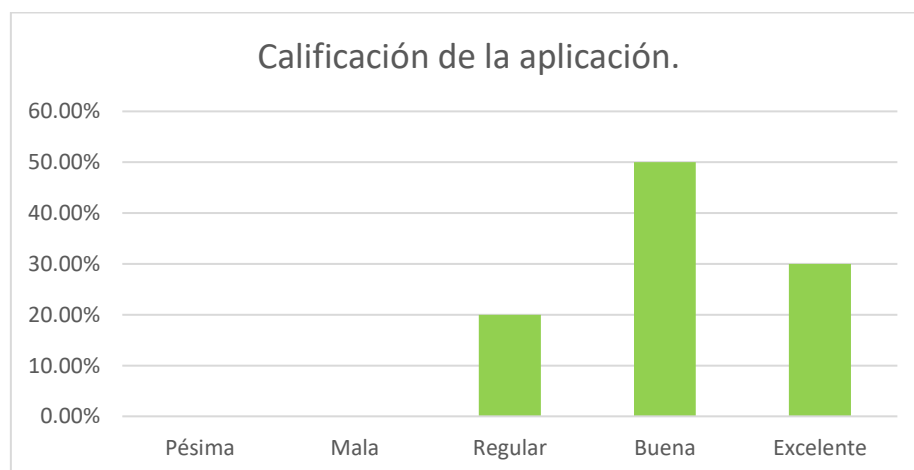


Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

Como se puede observar, la mayor parte de las personas concluyeron que sí les fue de ayuda el uso de la aplicación, solo hubo una persona que respondió negativamente a esta pregunta.

“2. ¿Cómo calificaría a la aplicación utilizada en la siguiente escala?”

FIGURA 41 GRÁFICA ESTADÍSTICA DEL RESULTADO DE LA SEGUNDA PREGUNTA.

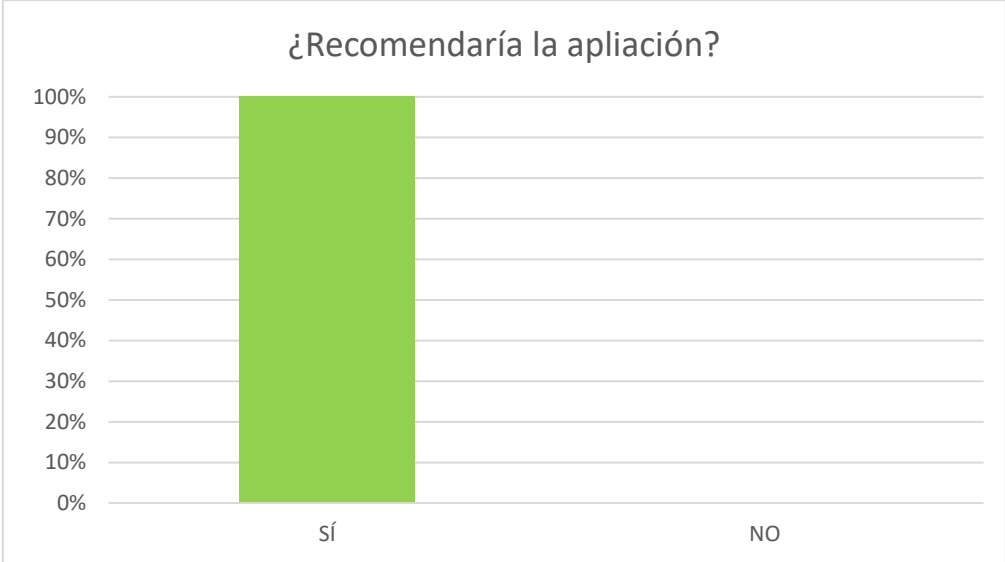


Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

Como se puede observar en la figura 41, al 50% de las personas encuestadas les pareció “Buena” la aplicación, el 30% calificó como “Excelente” a la misma y solo un 20% consideró como “Regular” a dicha aplicación.

“3. ¿Recomendaría a otras personas la aplicación?”

FIGURA 42 GRÁFICA ESTADÍSTICA DEL RESULTADO DE LA CUARTA PREGUNTA.



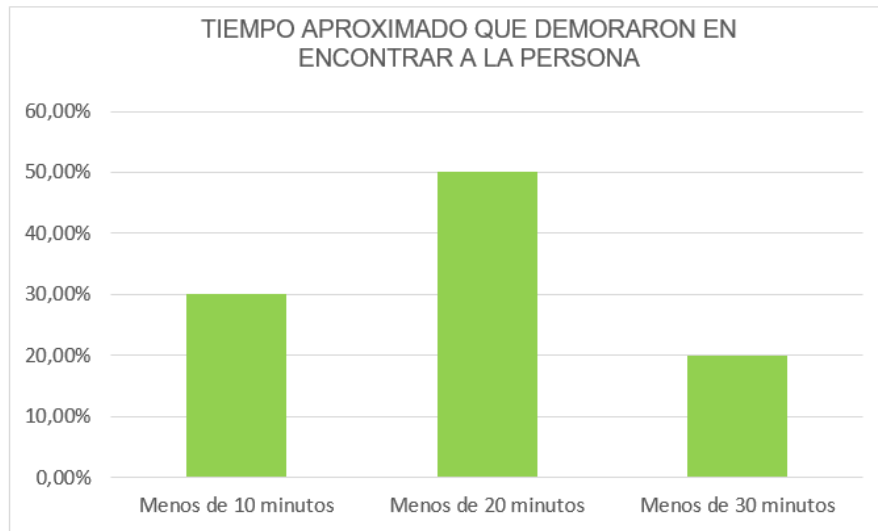
Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

La figura 42, muestra que el 100% de las personas encuestadas recomendaría a otras que usen la aplicación, ya que su uso facilita la búsqueda de la persona que lleva el dispositivo portátil como se observó en los resultados de la prueba realizadas en esta etapa.

También se tomaron los tiempos de búsqueda en las cinco pruebas, y se tomaron en cuenta tres rangos diferentes: “Menos de 10 minutos”, “Menos de 20 minutos” y “Menos de 30 minutos”.

A continuación los resultados:

FIGURA 43 RESULTADOS DE LOS TIEMPOS MEDIDOS.

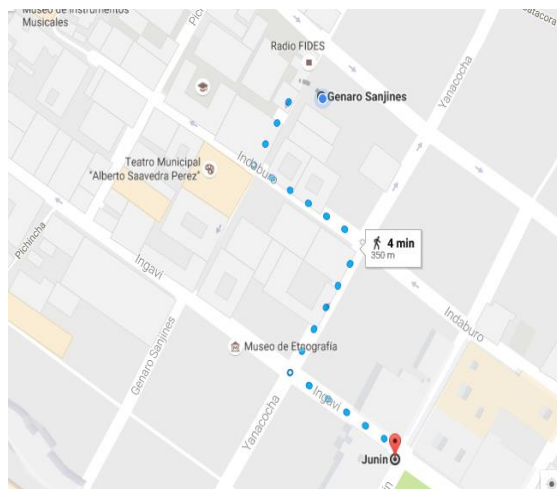


Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta realizada.

Como se puede ver, el 30% de las personas demoraron menos de diez minutos en encontrar al primer sujeto que llevaba el dispositivo, un 50% demoró menos de 20 minutos y el restante 20% demoró menos de 30 minutos.

La segunda prueba que se realizó fue probar la interfaz de usuario en un lugar con buena cobertura y en otro lugar con mala cobertura, mientras que la persona con el dispositivo se situaba en un lugar distante:

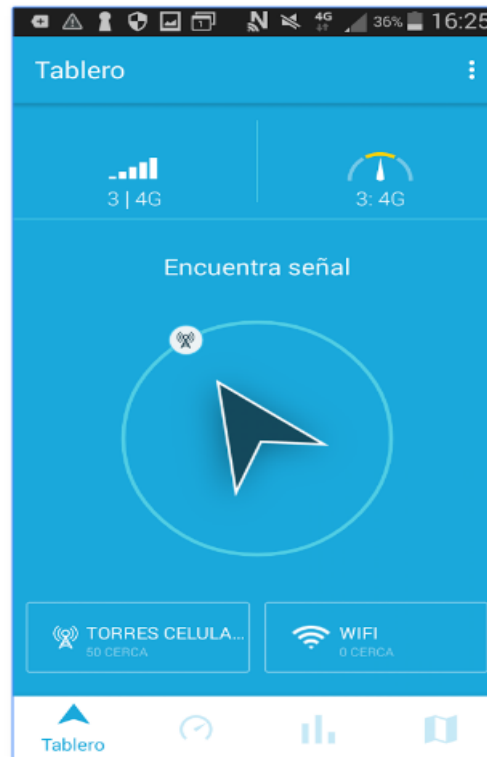
FIGURA 44 DISTANCIA ENTRE LA INTERFAZ DE USUARIO Y EL DISPOSITIVO PORTÁTIL.



Fuente: Elaboración propia en base a Google Maps.

Para esto se usó una aplicación que muestra el nivel de la cobertura del celular, “Open Signal” que fue descargada de manera gratuita de la aplicación “Play Store” para android.

FIGURA 45 APLICACIÓN OPEN SIGNAL.



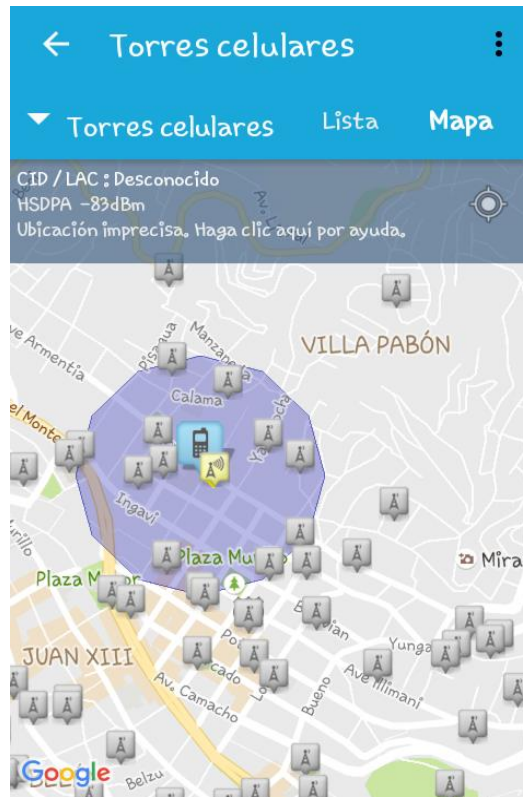
Fuente: Play Store, 2016.

Esta aplicación tiene varias herramientas que son capaces de mostrar características y estados del teléfono celular donde se encuentra instalado.

La herramienta que se usó, fue la que se encarga de mostrar la intensidad de la señal.

En la opción “Torres de Celular”, la aplicación muestra las torres de telefonía móvil que se encuentran cerca, la torre a la cual el celular se enlaza y la intensidad de la señal en dBm.

FIGURA 46 PRUEBA CON BUENA COBERTURA.



Fuente: Open Signal, 2016.

Como se puede observar en la figura 46, la intensidad de la señal es de -83dBm el cual es bueno y en dicho punto se pidió la ubicación del dispositivo portátil a través de la interfaz de usuario. Los tiempos de respuesta fueron cronometrados:

TABLA 17 TIEMPOS DE RESPUESTA EN ZONA CON BUENA COBERTURA.

Tiempo [s]	10,37	11,12	11,58	11,33	11,89	12,48
N° de muestra	1	2	3	4	5	6

Fuente: Elaboración propia en base a.

El promedio es:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{68,77}{6}$$

$$\bar{x} = 11,46$$

El intervalo de confianza es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 i - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$s = 0,71$$

Con una confiabilidad del 95%, significancia= 5% y $\alpha=0,05$, en la tabla t de student se obtiene un coeficiente igual a 2,571 para calcular el error:

$$Ex = t * \frac{s}{\sqrt{n}} = 2,571 * 0,29$$

$$Ex = 0,71$$

$$\textit{T tiempo de respuesta} = (11,46 \pm 0,71)[s]$$

Error relativo:

$$Er = \frac{Ex}{\bar{x}} = 0,062$$

Con error porcentual:

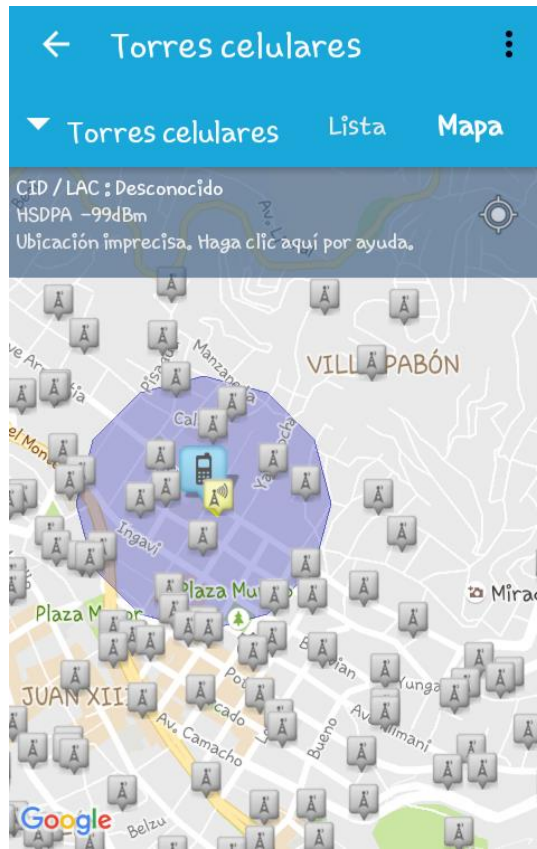
$$Ep = Er * 100$$

$$Ep = 6,24\%$$

Eso quiere decir que el error es el 6,24% del valor medio, un error aceptable.

Posterior a ello, se realizó la misma prueba en un lugar con mala cobertura:

FIGURA 47 PRUEBA CON MALA COBERTURA.



Fuente: Open Signal, 2016.

Como se observa en la figura 47, la intensidad de la señal es de -99dBm, es decir que la cobertura es mala. Los tiempos de respuesta tomados en este lugar fueron los siguientes:

TABLA 18 TIEMPOS DE RESPUESTA EN ZONA CON MALA COBERTURA.

Tiempo [s]	270,11	281,38	269,54	276,07	275,49	278,41
N° de muestra	1	2	3	4	5	6

Fuente: Elaboración propia.

El promedio es:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1651}{6}$$

$$\bar{x} = 275,17$$

El intervalo de confianza es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 i - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$s = 4,26$$

Con una confiabilidad del 95%, significancia= 5% y $\alpha=0,05$, en la tabla t de student se obtiene un coeficiente igual a 2,571 para calcular el error:

$$Ex = t * \frac{s}{\sqrt{n}} = 2,571 * 1,74$$

$$Ex = 4,47$$

$$\textit{T tiempo de respuesta} = (275,17 \pm 4,47)[s]$$

Error relativo:

$$Er = \frac{Ex}{\bar{x}} = 0,016$$

Con error porcentual:

$$Ep = Er * 100$$

$$Ep = 1,63\%$$

Eso quiere decir que el error es el 1,63% del valor medio, un error aceptable.

4.2 COSTO DEL PROYECTO.

En este punto se hará una evaluación de costos del proyecto, tanto del costo de los materiales usados para la realización del mismo, como el costo de envío de los mensajes de texto.

4.2.1 Costo del prototipo.

A continuación se mostrará una tabla de costos de los materiales usados en el proyecto:

TABLA 19 COSTO DE LOS MATERIALES.

Artículo	Cantidad	Costo por unidad (Bs)	Costo total (Bs)
Arduino Uno	1	200,00	200,00
Módulo GSM/GPS	1	320,00	320,00
Antena GSM	1	20,50	20,50
Antena GPS	1	27,50	27,50
Batería	1	69,00	69,00
Cinturón y estuche	1	53,50	53,50
Total	6		690,50

Fuente: Elaboración propia en base al mercado.

En la tabla 19, se observa el costo de los diferentes materiales usados en el prototipo, los cuales llegan a costar 690,50 Bs.

4.2.2 Costo de ensamblaje.

Al prototipo se le añadió un costo de ensamblaje, este cubre el desarrollo del estuche, cinturón, la conexión de los componentes y la compilación de la programación en el microcontrolador.

De acuerdo a los cálculos realizados, el costo del prototipo es la suma del costo de los componentes más el costo de ensamblaje:

$$\text{Costo Total} = 690,50 + 31,25 = 721,75 \text{ Bs}$$

$$\text{Costo Total} = 721,80 \text{ Bs}$$

Dando un total de setecientos veintiún bolivianos con ochenta centavos.

4.2.3 Costo-Beneficio.

Para este análisis se tomó en cuenta la encuesta realizada a los familiares de personas con esquizofrenia, ya que, como se observó, dichos familiares compran algunos artículos electrónicos para mantener distraídos a las personas que padecen de esquizofrenia para evitar que salgan. Entre algunos de estos artículos están los reproductores de música como los mp4, el costo en Bolivia de uno de estos, con una capacidad de 16 Gb, en el mercado es de 740,00 Bs.

A continuación se realizará el cálculo del Costo-Beneficio:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{740,00 \text{ Bs}}{721,80 \text{ Bs}}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = 1,03$$

El beneficio obtenido es de 1,03 lo cual indica que el presente proyecto es factible.

Otros de los artículos electrónicos que se compran son las consolas de video juegos. El costo de un PlayStation 3 Slim de 500 Gb es de 2.200,00 Bs.

A continuación se realiza nuevamente el cálculo:

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = \frac{2.200,00 \textit{ Bs}}{721,80 \textit{ Bs}}$$

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = 3,05$$

Como se observa, el beneficio obtenido es de 3,05 que nuevamente es mayor a uno, lo cual indica que el presente proyecto es factible.

Además de estos artículos electrónicos, algunos padres de los pacientes con esquizofrenia, optan por contratar a personas que se encarguen del cuidado y supervisión de dichos pacientes.

El contrato de estas personas es mensual y el sueldo consta de 850,00 Bs aproximadamente.

A continuación se observa el cálculo de costo beneficio:

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = \frac{850,00 \textit{ Bs}}{721,80 \textit{ Bs}}$$

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = 1,18$$

A continuación se mostrará una tabla costo-beneficio cualitativa, ya que el proyecto se basa más en ubicar a personas, que en obtener un beneficio monetario, además que no es posible calcular ni dar un valor numérico a la vida de un ser humano:

TABLA 20 COSTO –BENEFICIO.

Lo propuesto	Porqué se propuso	Inversión (Bs)	Beneficio	¿Qué pasa si no se realiza?
Un dispositivo electrónico portátil que emplee el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para coadyuvar en la localización de pacientes con esquizofrenia.	Según el resultado de la encuesta realizada a personas que tienen parientes que padecen de esquizofrenia, se pudo evidenciar que el 66,15% tuvo problemas con dichas personas ya que se alejaron de su entorno habitual, además al 41,86% de esas personas encuestadas, les tomó más de un día encontrarlas cuando tal situación sucedió.	721,80	El dispositivo portátil, coadyuvará a las personas que tengan parientes con esquizofrenia, ya que recibirán un reporte de su ubicación a una aplicación informática que tendrán instalada en su teléfono celular, de este modo conocerán el lugar donde se encuentran.	Si la persona con esquizofrenia se aleja de su entorno, el encontrarla demandaría mucho tiempo si no lleva el dispositivo portátil con él/ella, ya que no se podría determinar su posición exacta.

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas realizadas.

**CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES**



5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

- Con el desarrollo del dispositivo, y a partir de los resultados obtenidos en la etapa de evaluación de funcionamiento del prototipo, se verificó que el mismo es un sistema preventivo y además coadyuvará en las tareas de búsqueda de personas extraviadas quienes padecen de esquizofrenia y lleven el dispositivo.
- A partir de las encuestas realizadas, se pudo determinar los procedimientos más representativos, empleados por los familiares de personas con esquizofrenia, para ubicar a los miembros de su familia que padecen de dicha enfermedad, cuando se alejan de su entorno habitual.
- El desarrollo de los diagramas de flujo, sustenta la programación del software empleada en la comunicación entre el módulo GSM/GPS y el microcontrolador, responsable del procesamiento y posterior validación de la información obtenida.
- Los componentes elegidos para desarrollar el dispositivo portátil, funcionan de forma adecuada y son compatibles con las bandas frecuencia de las tres compañías de telefonía móvil en Bolivia, así como con la constelación de satélites GPS que da cobertura al país.
- El desarrollo del dispositivo portátil, demostró que existe compatibilidad entre los componentes para agregar portabilidad y autonomía.
- La interfaz de usuario fue diseñada con el fin de que cualquier persona pueda usarla sin problema alguno, ya que posee una presentación gráfica amigable.
- Las pruebas realizadas establecieron que la interfaz de usuario se comunica con el prototipo, para enviar las configuraciones del radio geográfico designado al

paciente con esquizofrenia, y recibe el reporte de su ubicación, mediante mensajes de texto, demostrando que el prototipo funciona.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Camuflar el dispositivo con un material resistente al agua y a golpes para su posterior comercialización en el mercado nacional.
- Al momento de realizar las encuestas a los familiares de personas con esquizofrenia, se debe tener empatía y tacto cuando se hacen las preguntas, ya que es un tema de suma delicadeza.
- Para asegurar el correcto funcionamiento del prototipo, tanto el dispositivo portátil como el teléfono celular del responsable (receptor de la información), deben estar bajo una adecuada cobertura de la red de telefonía móvil, con el propósito de que el envío de la información, desde la interfaz de usuario al dispositivo portátil y viceversa, llegue de manera rápida y confiable.
- Diseñar el dispositivo con componentes que cumplan características similares a los usados en el proyecto, pero que sean de tamaño más reducido, ya que por los constantes avances tecnológicos, es posible.
- Desarrollar un dispositivo, con otro módulo, que sea capaz de conectarse a una red 3G y/o LTE y trabaje en las frecuencias brindadas por las diferentes empresas de telefonía móvil para las distintas tecnologías de red.
- El acceso a una base de datos, a partir de la interfaz de usuario, para obtener el historial de ubicaciones del paciente con esquizofrenia para desarrollar un sistema de seguimiento (tracking) y que además notifique, a la mencionada interfaz, si la persona con esquizofrenia regresó a su área de supervisión definida.

- El celular donde se encuentre instalada la aplicación con la interfaz de usuario, deba tener instalada la aplicación Google Maps, para poder observar la ubicación geográfica, de cada reporte que llegue, en un mapa georreferenciado de Bolivia.

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS DE TEXTO.

ALANEN Y. (2003). *La esquizofrenia, Sus orígenes y su tratamiento adaptado a las necesidades del paciente*, (1ra ed. Español) H Karnak.

AGUILAR, W (2014). *La Paz tiene 104.000 personas con discapacidad*. Recuperado el 11 de Enero de 2016, de <http://www.laprensa.com.bo/diario/actualidad/la-paz/20140106/la-paz-tiene-104000-personas-con-discapacidad.html>

CARAZO, F. (2012). *Programación Android*. Revista Magazine, 26-27.

CRECE NEGOCIOS. (15 de Octubre de 2015). *Cómo hacer una encuesta paso a paso*. Recuperado el 28 de Marzo de 2016, de Crecenegocios: <http://www.crecenegocios.com/como-hacer-una-encuesta-paso-a-paso/>

DI LELLA, D. (s.f.). *Curso introductorio sobre Microcontroladores*. Motorola Products.

DIAZ M. (2013). *Afrontando la esquizofrenia, Guía para pacientes y familiares*, Enfoque Editorial S.C.

EVALUACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA ESQUIZOFRENIA (2014). *Consenso Español de la Sociedad Española de Psiquiatría*.

FRANCÉS, HAROLD, FIRST Y WIDIGER (1995). *La psique del esquizofrénico*, (2da ed.). Londres: T&T Rowling.

FULLER E. (2006). *Superar la esquizofrenia*, (1ra ed.) Planeta.

GIRONÉS, J. (2012). *El gran libro de Android*. México DF: Alfaomega.

GUTIÉRREZ, V. (2016). *Red de control para sistemas inhibidores de teléfonos celulares*. La Paz: Perfil de Trabajo de Grado.

HART, D. (2001). *Electrónica de potencia*, (1ra ed.). Madrid: Pearson educación.

HUERTA E., MANGIATERRA A. Y NOGUERA G. (2005). *GPS Posicionamiento Satelital*. Rosario: UNR.

KANDEL ERICK (2006). *Psiquiatría, psicoanálisis, y la nueva biología de la mente*, (1ra ed.). España: ARS Medica.

LEICA. (1999). *Introducción al sistema GPS*. Heerbrugg.

LEY N° 223. *Ley general para personas con discapacidad*, La Paz, Bolivia, 2 de Marzo de 2012.

LIEBERMAN, STROUP Y PERKINS (2008). *Tratado de esquizofrenia*. España: ARS Medica.

MALATESTA, E (2012). *Padre encadena a su hijo con problemas mentales*. El deber.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE BOLIVIA (2012). *Educación especial en Bolivia*, Estudio sobre la situación actual.

MECOVI (2001). *Encuesta de Hogares MECOVI*. Instituto Nacional de Estadística.

MISIÓN SOLIDARIA MOTO MÉNDEZ (2010). *Estudio Clínico Genético Psicopedagógico y Social de las Personas con Discapacidad en Bolivia*. ALBA (Alianza Bolivariana para los Pueblos de nuestra América).

NÚÑEZ DE ARCO, JOSÉ (2015). *Tecnologías de telefonía móvil*. (Apuntes de clases). Escuela Militar de Ingeniería, La Paz.

OPINIÓN (2014). *Hombre al que un bus abandonó está extraviado hace ocho días.*

PÉREZ, W. (11 de Octubre de 2013). *El 25% de la gente tuvo o tiene trastorno mental.* La Razón.

PARELLADA RODÓN Y FERNÁNDEZ EGEA (2004). *Esquizofrenia. Del caos mental a la esperanza*, (1ra ed.). Barcelona: Morales i Torres.

POLICÍA COMUNITARIA (2013). *Informe de personas desaparecidas con problemas mentales.* Ecuador.

ROBOLLEDO S. Y LOBATO J. (2005). *Cómo afrontar la esquizofrenia*, (1ra ed.) Aula médica.

REYES, C. (2008). *Microcontroladores PIC.* Quito: Rispergraf.

SÁNCHEZ, G. (2010). *Sistema de posicionamiento Global (GPS) y las teorías de la relatividad.* México: Omega.

STEPHEN FLECK (2003), *Esquizofrenia y la familia.* Estados Unidos: Betascript.

TÉLLEZ Y LÓPEZ. (2001). *Aspectos neurocognoscitivos de la esquizofrenia.* Bogotá: Nuevo Milenio.

THIMOTY CROW (1980). *Therapy for schizophrenia and other psychoses*, (1ra ed.). Estados Unidos: CT Thompson.

REFERENCIAS DE HIPERTEXTOS.

ADAFRUIT. (29 de Abril de 2016). *Adafruit FONA 808.* Obtenido de <http://www.adafruit.com>

ÁNGEL PORTUGAL (2009). *Señora con problemas mentales desaparecida en Santa Cruz*. El Día. Recuperado de <http://www.eldia.com.bo>.

COOKING-HACKS. (27 de Marzo de 2016). *Cooking-Hacks SIM 809*. Obtenido de <https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/geolocation-tracker-gprs-gps-geoposition>

FISCALÍA ESPECIALIZADA DE ATENCIÓN DE DENUNCIAS POR PERSONAS DESAPARECIDAS (2015). *Personas desaparecidas en Veracruz*. Página Siete. Recuperado de <http://www.paginasiete.bo>.

JAIME. (2 de Marzo de 2016). *Androideity*. Obtenido de <http://androideity.com>

PEÑA, I. (29 de Abril de 2016). *Como Hacer*. Obtenido de <http://comohacer.eu>

PROMETEC (28 de Septiembre de 2016). *Consumos Arduino*. Obtenido de <http://www.prometec.net/consumos-arduino/>

POLICÍA DE PUERTO RICO (2016). *Personas reportadas desaparecidas*. Recuperado de <http://policia.pr.gov/personas-desaparecidas>.

VB MUNDO. (29 de Abril de 2016). *VB Mundo*. Obtenido de <http://www.vb-mundo.com>

ANEXOS



ANEXO A

PRIMERA ENCUESTA



PRIMERA ENCUESTA.

ENCUESTA 1

1. ¿Alguna vez se alejó o se perdió la persona con esquizofrenia?

SÍ

NO

2. ¿Cuánto tiempo demoró aproximadamente en encontrarla?

Más de 1 día

1 Día

12 horas

5 horas

2 horas

1 hora o menos

3. ¿Qué medios usó para localizar a la persona?

Redes sociales

Policía

Búsqueda personal

Medios de comunicación

Afiches

4. ¿Qué medios utiliza para evitar que la persona salga o se pierda?

Reproductor de música

Vídeo juegos

Libros

Encerrar a la persona

Supervisión personal

ANEXO B
SEGUNDA ENCUESTA



SEGUNDA ENCUESTA.

ENCUESTA 2

1. ¿Le ayudó el uso de la aplicación en la ubicación de la persona que llevaba el dispositivo?

SÍ

NO

2. ¿Cómo calificaría a la aplicación utilizada en la siguiente escala?

Pésima

Mala

Regular

Buena

Excelente

3. ¿Recomendaría a otras personas la aplicación?


SÍ

NO


ANEXO C
PRIMERA ENCUESTA REALIZADA
POR MEDIO DE REDES SOCIALES



PRIMERA ENCUESTA REALIZADA POR MEDIO DE REDES SOCIALES.


 **Gabriel Alcázar** 26/04/2016 21:35
muchas graias


ud tiene algún familiar con esquizofrenia?
o conoce alguno?

 **Mariam Raful** 26/04/2016 21:37
tengo un hijo de 20 años con esa patologia

 **Gabriel Alcázar** 26/04/2016 21:37
en que país reside?

 **Mariam Raful** 26/04/2016 21:37
argentina

 **Gabriel Alcázar** 26/04/2016 21:38
alguna vez su hijo se escapó o intentó escaparse debido
a alguna alucinación o delirio?

 **Mariam Raful** 26/04/2016 21:39
muchas veces,mas de una vez tuve q salir a buscarlo

 **Maria Ieresa Patiño Maytexua Patiño** 27/04/2016 13:28
Se estubo tratando con xeplium 250
Pero no soporto las voves y estaba soenfo resistente a la
medicacion

 **Gabriel Alcázar** 27/04/2016 14:05
buenas tardes, gracias por contestar a mi menssaje,
quisiera hacerle unas preguntas más por favor

 **María Teresa Patiño Maytexua Patiño** 27/04/2016 14:05
Dime





 **Gabriel Alcázar** 27/04/2016 14:05
en que país reside?

 **María Teresa Patiño Maytexua Patiño** 27/04/2016 14:05
España

 **Gabriel Alcázar** 27/04/2016 14:06
alguna vez su hijo escapó o intentó escaparse?

 **María Teresa Patiño Maytexua Patiño** 27/04/2016 14:06
No

-  **Gabriel Alcázar** 26/04/2016 20:55
no conoces a nadie que padece de este trastorno?
-  **Jhonn Cft** 26/04/2016 20:55
El tio de mi mama
sufre de alucinaciones
debido a una caída que se dio de niño
-  **Gabriel Alcázar** 26/04/2016 20:55
en que país reside?
-  **Jhonn Cft** 26/04/2016 20:55
aveces creen que le hablan
o que le insultan incluso las personas que lo rodean
puede cambiar de animo repentinamente
en venezuela
-  **Gabriel Alcázar** 26/04/2016 20:56
alguna vez se escapó?

-  **Gabriel Alcázar** 26/04/2016 14:37
Buenas Tardes María Alejandra. Leí tu comentario sobre tu novio esquizofrénico y me gustaría conversar contigo al respecto, puesto que estoy realizando una tesis sobre ese tema. me podrías ayudar? por favor
- MaríaAlejandra RiverCas aceptó tu solicitud. 26 de abril
-  **MaríaAlejandra RiverCas** 26/04/2016 15:03
No se en que podria
-  **Gabriel Alcázar** 26/04/2016 15:05
te comento... estudio ing electrónica en La Paz-Bolivia y estoy desarrollando un dispositivo electrónico para reporte de ubicación de personas y me gustaría hacerte unas preguntas, si me permites
por favor
-  **MaríaAlejandra RiverCas** 26/04/2016 15:06
Ok

ANEXO D
FOTOGRAFÍAS DE LA
PRIMERA PRUEBA TÉCNICA



FOTOGRAFÍAS DE LA PRIMERA PRUEBA TÉCNICA.

A continuación se puede observar a la persona que lleva el dispositivo portátil:

