



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**COMPUTACIONALES**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PLATAFORMA PARA EL REGISTRO Y**

**VISUALIZACIÓN DE ECG EN EL SISTEMA OPERATIVO**

**ANDROID: MEJORA DE LA VISUALIZACIÓN ECG**

**EN TIEMPO REAL**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**AUTOR: VILLARROEL CRUZ CRISTHIAN FABIAN**

**TUTOR: ING MORÁN AGUSTO JOSÉ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2015**

 <p>Presidencia de la República del Ecuador</p>	 <p>Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes</p>	 <p>SENESCYT Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación</p>
<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>		
<b>TÍTULO</b> "OPTIMIZACIÓN DE LA PLATAFORMA PARA EL REGISTRO Y VISUALIZACIÓN DE ECG EN EL SISTEMA OPERATIVO ANDROID: MEJORA DE LA VISUALIZACIÓN ECG EN TIEMPO REAL"		
	<b>REVISORES:</b>	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad de Guayaquil	<b>FACULTAD:</b> Ciencias Matemáticas y Físicas	
<b>CARRERA:</b> Ingeniería en sistemas computacionales		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 16/07/2015	<b>N° DE PÁGS.:</b> 147	
<b>ÁREA TEMÁTICA:</b> Desarrollo De Software		
<b>PALABRAS CLAVES:</b> MySoul, Prototipo, Aplicación, Web Services, Base De Datos		
<b>RESUMEN:</b> El presente trabajo abarca la optimización de un software denominado MySoul para que pueda detectar anomalías cardíacas y posteriormente se alerte al paciente y se notifique a su médico de cabecera mediante el uso de servicios web a un servidor en internet que se conectará con la aplicación del médico y así el paciente reciba ayuda oportuna. Se detallan las tecnologías utilizadas en su desarrollo y finalmente se realiza un manual técnico que detalla las especificaciones técnicas del desarrollo del proyecto y su respectivo manual de usuario.		
<b>N° DE REGISTRO(en base de datos):</b>	<b>N° DE CLASIFICACIÓN:</b> N°	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b>	<b>Teléfono:</b> 043878993	<b>E-mail:</b> cvillarroelcruz@gmail.com
<b>CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN</b> <b>UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL</b>		<b>Nombre:</b>
		<b>Teléfono:</b>

## **APROBACION DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, **“Optimización de la plataforma para el registro y visualización de ECG en el sistema operativo Android: Mejora de la Visualización ECG en Tiempo Real”** elaborado por el Sr. Villarroel Cruz Cristhian Fabian, egresado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

**Atentamente**

**Ing. José Morán Augusto**  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia que de muchas maneras aportaron en mi crecimiento profesional, en especial a mis padres. Sra. Paulina Cruz y Sr. Flavio Villarroel, quienes han sido apoyo fundamental, para lograr cada una de mis metas propuestas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme salud e inteligencia para poder culminar este proyecto.

También a mi tutor por los conocimientos y paciencia brindaba.

## **TRIBUNAL DE GRADO**

---

**Ing. Eduardo Santos MSc.  
DECANO DE LA FACULTAD  
CIENCIAS MATEMÁTICAS  
Y FÍSICAS**

---

**Ing. Harry Luna Aveiga, M.Sc.  
DIRECTOR  
CISC, CIN**

---

**Ing. José Morán  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. Pedro García  
PROFESOR DEL ÁREA-  
TRIBUNAL**

---

**Ing. Yuri Merizalde  
PROFESOR DEL ÁREA-  
TRIBUNAL**

---

**Ab. Juan Chávez Atocha  
SECRETARIO**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

Villarroel Cruz Cristhian Fabian



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

**CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PLATAFORMA PARA EL REGISTRO Y  
VISUALIZACIÓN DE ECG EN EL SISTEMA OPERATIVO  
ANDROID: MEJORA DE LA VISUALIZACIÓN ECG  
EN TIEMPO REAL**

Tesis de Grado que se presenta como requisito para optar por el título de  
INGENIERO en SISTEMAS COMPUTACIONALES

**Autor:** Villarroel Cruz Cristhian Fabian

**C.I.**092352048-0

**Tutor:** Ing. Morán José

Guayaquil, Abril del 2015

## **CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor de Tesis de Grado, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Que he analizado el Proyecto de Grado presentado por el estudiante VILLARROEL CRUZ CRISTHIAN FABIAN, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en sistema cuyo problema es:

**“RECONOCIMIENTO DE UN GRUPO DE PATOLOGÍAS CARDIACAS A PARTIR DE UNA SEÑAL DE ELECTROCARDIOGRAMA GRAFICADA EN UN DISPOSITIVO MÓVIL”.**

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Villarroel Cruz Cristhian Fabian      Cédula de ciudadanía N° 092352048-0

Tutor: Ing. José Morán

Guayaquil, Abril de 2015

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Aprobacion del tutor .....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento .....	V
Tribunal de grado .....	VI
Declaración expresa .....	VI
Certificado de aceptación del tutor .....	VIII
Índice general.....	IX
Abreviaturas .....	XIII
Índice de cuadros .....	XV
Índice de graficos .....	XVI
Índice de figuras .....	XVII
Indice de anexos .....	XIX
Resumen.....	XX
Abstract .....	XXI
Introducción.....	1
Capítulo I.....	4
El problema .....	4
Planteamiento del problema .....	4
Ubicación del Problema en un Contexto .....	6
Situación Conflicto Nudos Críticos .....	7
Causas y Consecuencias del Problema.....	8
Delimitación del Problema .....	9
Formulación del Problema .....	9
Evaluación del Problema .....	10
Objetivos .....	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos .....	11
Alcance.....	12
Justificación e importancia.....	13
Capítulo II.....	15
Marco teórico.....	15

Antecedentes del estudio.....	15
Fundamentación teórica .....	19
Anatomía del Corazón .....	20
El Electrocardiograma (ECG - EKG).....	22
Ondas, Intervalos y Segmentos del Electrocardiograma.....	23
Derivaciones.....	26
Pulso Cardíaco .....	28
Frecuencia Cardíaca En Reposo .....	29
Determinantes de la Frecuencia Cardíaca .....	30
Taquicardia.....	32
Morfología de la taquicardia.....	32
Bradicardia .....	33
Morfología de la bradicardia .....	34
Asistolia .....	35
Morfología de una asistolia .....	35
Papel Milimétrico De Electrocardiógrafo .....	36
Telemedicina .....	37
Monitor Electrocardiográfico .....	38
Sistema Operativo Android .....	38
Máquina Virtual DALVIK .....	40
Versiones De Android.....	41
Estructura De Un Proyecto Android .....	41
Pantallas (Activity) .....	43
Servicio (Service).....	43
Intención (Intent).....	43
Androidmanifest.Xml.....	44
GPS en Android.....	44
Geocoder.....	44
Servicio Web .....	45
Comunicación Bluetooth .....	46
Dispositivo de adquisición de datos .....	46
Fundamentación legal .....	49
Hipótesis.....	51
Variables de la investigación .....	51

Definiciones conceptuales .....	51
Capitulo III.....	53
Metodología.....	53
Diseño de la investigación .....	53
Modalidad de la Investigación.....	53
Tipo de Investigación .....	53
Población y muestra .....	54
Operacionalización de variables .....	55
Instrumentos de Recolección de Datos.....	56
Instrumentos de Investigación .....	56
Procedimientos de la Investigación.....	56
Recolección de la Información .....	57
Fase 1. Análisis del software MySoul.....	57
Conexión Por Bluetooth .....	61
Análisis de Procesos y Funciones Destinados a la Visualización de un ECG en Tiempo Real.....	62
Procesamiento y análisis .....	67
Fase 2. Implementación de mejoras al aplicativo MySoul.....	67
Modificación de fichero androidmanifest.xml .....	67
Diseño y estructura de la aplicación. ....	68
Menú inicial y opciones del paciente.....	68
Datos de usuario .....	73
Conectar con dispositivo (real time) .....	74
Cambios en el algoritmo de cálculo LPM .....	76
Clase MySoulVisualizaAlertas.java.....	78
Implementación de servicio web .....	79
Implementación MYSOULGPS.java .....	80
Implementación de un simulador de ondas cardiacas.....	82
Gráfica de onda normal .....	82
Simulación de bradicardia.....	86
Simulación de taquicardia.....	87
Simulación de asistolia .....	88
Capítulo IV .....	90
Marco administrativo.....	90

Los Recursos.....	90
Cronograma de actividades .....	92
Capítulo V .....	93
Resultados.....	93
Análisis del código fuente del aplicativo MySoul.....	94
Reconocimiento de señales de ECG tipo taquicardia, bradicardia y asistolia en base a los LPM. ....	95
Implementar alertas de emergencia destinadas al paciente de una arritmia presentada en tiempo real.....	97
Envío de notificaciones al médico sobre el problema cardiaco presentado en el paciente.....	97
Capitulo VI .....	100
Conclusiones y recomendaciones .....	100
Conclusiones .....	100
Recomendaciones.....	103
Bibliografía.....	105

## ABREVIATURAS

UG	Universidad de Guayaquil
FTP	Archivos de Transferencia
http	Protocolo de transferencia de Hyper Texto
Ing.	Ingeniero
CC.MM.FF	Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
www	world wide web (red mundial)
TIC	Tecnología de información y comunicación
OMS	Organización Mundial de la Salud
ECG	Electrocardiograma
Ca <sup>++</sup>	Calcio
Na <sup>++</sup>	Sodio
K <sup>+</sup>	potasio
LPM	Latidos por minuto
TVNS	Taquicardia Ventricular No Sostenida
TVS	Taquicardia Ventricular Sostenida
Mm	milímetros
mV	milivoltios
VM	Máquina Virtual (Virtual Machine)
ADT	Android Development Tools
XML	Lenguaje de marcas extensible (eXtensible Markup Language)
3D	Tres Dimensiones

GPS	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)
PS	Estación de Juego (Play Station)
NFC	Comunicación de Campo Cercano
SOAP	Protocolo de Arquitectura Orientada a Servicio
WSDL	Lenguaje de Descripción de Servicios Web
UART	Módulo de Comunicación Serial Asíncrono
ADC	Conversor Analógico Digital
FAT	Tabla de Asignación de Archivos

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1 Derivaciones .....	27
Cuadro 2 Matriz de operacionalización de variables.....	55
Cuadro 3. Detalle de Egresos del Proyecto .....	91
Cuadro 4. Principales causas de mortalidad en Ecuador 2013.....	115
Cuadro 5. Coordenadas de graficación Intervalo PR normal .....	118
Cuadro 6. Coordenadas de graficación segmento QRS normal .....	119
Cuadro 7. Coordenadas de graficación segmento T normal .....	119
Cuadro 8. Coordenadas de graficación intervalo PR de bradicardia.....	120
Cuadro 9. Coordenadas de graficación segmento QRS de bradicardia .	121
Cuadro 10. Coordenadas de graficación segmento T de bradicardia .....	121
Cuadro 11. Coordenadas de graficación intervalo PR de taquicardia.....	122
Cuadro 12. Coordenadas de graficación segmento QRS de taquicardia	123
Cuadro 13. Coordenadas de graficación segmento T de taquicardia .....	123

## ÍNDICE DE GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico 1. Teléfonos fijos y móviles en el hogar a nivel nacional.....	109
Gráfico 2. Acceso al Internet según el área .....	110
Gráfico 3. Razones de uso de Internet por área .....	111
Gráfico 4. Personas agrupada por edad, que posean teléfono celular activado a nivel nacional. ....	112
Gráfico 5. Porcentaje de personas con teléfono inteligente (SMARTPHONE) a nivel nacional .....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Fisiología del Corazón .....	21
Figura 2. Fundamentos eléctricos del ECG .....	24
Figura 3. Forma de Onda ECG y componentes (A) .....	25
Figura 4. Gráfica de Onda ECG normal .....	26
Figura 5. Tabla de frecuencia cardiaca en Reposo .....	29
Figura 6. Morfología de taquicardia.....	33
Figura 7. Morfología de bradicardia .....	35
Figura 8. Morfología de asistolia.....	35
Figura 9. Medidas de papel Milimétrico de Electrocardiógrafo .....	36
Figura 10. Capa de funciones del sistema Android .....	39
Figura 11. Diagrama de bloques del dispositivo de adquisición de datos	47
Figura 12. Dispositivo de adquisición de datos .....	48
Figura 13. Menú principal MySoul 1era Versión .....	57
Figura 14. Menú para monitoreo en tiempo real MySoul Versión 1.....	58
Figura 15. Pantalla de monitoreo en tiempo real MySoul Versión 1.....	59
Figura 16. Visualización de ondas almacenadas MySoul Versión 1 .....	60
Figura 17. Segmento de conexión bluethooth de MySoul.....	62
Figura 18. Señal de muestra usada en algoritmo de cálculo LPM.....	64
Figura 19. Algoritmo para detección de pulsos validos.....	65
Figura 20. Representación de la fórmula para el cálculo de LPM.....	66

Figura 21. Algoritmo para el cálculo de LPM .....	66
Figura 22. Permisos otorgados al aplicativo .....	67
Figura 23. Rutina para establecer LPM óptimos .....	70
Figura 24. Interfaz para registro de pacientes .....	71
Figura 25. Interfaz Nuevo Usuario.....	72
Figura 26. Interfaz Principal del Usuario.....	73
Figura 27. Activación de GPS .....	74
Figura 28. Elección del modo de monitoreo .....	75
Figura 29. Algoritmo para el cálculo de LPM (Modificado).....	76
Figura 30. Rutina para el disparo de alertas.....	79
Figura 31. Rutas del servicio web.....	80
Figura 32. Rutina de reconocimiento de arritmias en ejecución.....	81
Figura 33. Simulación de envío de coordenadas ubicación al médico.....	81
Figura 34. Menú del simulador de arritmias.....	82
Figura 35. Forma de onda básica de un electrocardiograma .....	83
Figura 36. Simulación de una onda ECG normal. ....	85
Figura 37. Simulación de una bradicardia.....	86
Figura 38. Simulación de una taquicardia modo Reposo .....	87
Figura 39. Simulación de una taquicardia modo Deportivo.....	88
Figura 40. Simulación de una asistolia .....	89
Figura 41. Flujo del sistema de alarmas de emergencia .....	99
Figura 42. Cronograma de actividades.....	125

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC'S)	
2013, Ecuador.....	108
Anexo 2. Principales causas de mortalidad en Ecuador 2013.....	114
Anexo 3. Cuadros de coordenadas para simulación de arritmias.....	117
Anexo 4. Cronograma de actividades .....	124



# UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS  
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS  
COMPUTACIONALES

## OPTIMIZACIÓN DE LA PLATAFORMA PARA EL REGISTRO Y VISUALIZACIÓN DE ECG EN EL SISTEMA OPERATIVO ANDROID: MEJORA DE LA VISUALIZACIÓN ECG EN TIEMPO REAL

**Autor:** Cristhian Fabian Villarroel Cruz

**Tutor:** Ing. José Morán

### RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en base a un software elaborado en el sistema operativo Android y orientado a la telemedicina, específicamente en la graficación de ondas cardíacas. Su optimización se llevó a cabo por medio del análisis del código fuente del programa MySoul en el cual se desarrolló una tesis previa que incluye mejoras en la interfaz de tiempo real. La principal característica es el reconocimiento de ciertas patologías cardíacas como taquicardia, bradicardia y asistolia, mediante mensajes informativos al paciente, además de enviar el problema presentado a un servidor web que se encargará de notificar y alertar a un médico registrado en el servidor, mediante el uso de internet y localización GPS logrando que el medico adelante pasos en el diagnóstico de la anomalía y la persona afectada tenga una rápida atención. Concluyendo que hoy en día la alerta y atención oportuna de problemas que afectan al corazón pueden salvar vidas sin necesidad de que el medico se encuentre en el lugar donde se presente el problema, sino que con la información recibida vía internet, el doctor pueda tener indicios de la situación del paciente lo cual le permita realizar un análisis y diagnóstico preliminar. En el transcurso de este trabajo se empleó herramientas tecnológicas para desarrollo como: Eclipse Juno con las librerías necesarias para el desarrollo de aplicaciones para Android denominadas Android Development Tools (ADT).



# UNIVERSITY OF GUAYAQUIL

FACULTY MATHEMATICAL AND PHYSICAL SCIENCES  
CAREER OF ENGINEERING IN COMPUTER SYSTEMS

## **OPTIMIZATION PLATFORM FOR REGISTRATION AND DISPLAY ECG IN ANDROID OPERATING SYSTEM: IMPROVING REAL-TIME DISPLAY ECG**

**Author:** Cristhian Fabian Villarroel Cruz

**Tutor:** Engineer José Morán

### **ABSTRACT**

This work was developed based on software which core is Android operating system and oriented to telemedicine, specifically graphing cardiac waveforms. Optimization was performed by analyzing the source code of Mysoul included in a previous thesis and contains improvements in a real-time interface. The main feature is the recognition of certain heart conditions such as tachycardia, bradycardia and asystolia, with informational messages that are send to the patient, in addition to sending the problem presented to a web server that is responsible for notifying and alerting a doctor registered with the server, by the use of internet and GPS location in advance to provide to the physician knowledge about patient's anomaly and finally patient receives a faster attention. Nowadays warning and timely attention to problems affecting the heart can save lives not only in close doctor-patient care, but also in different places where the affected person is, synthesizing information and giving the doctor a point basis for the analysis and monitoring of pathology presented. Juno Eclipse was the tool used to develop applications by means of libraries for Android called Android Development Tools (ADT).

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los principales inconvenientes dentro del ámbito de la salud enfocado en la información de diagnóstico y tratamiento que existe entre paciente y médico usando la tecnología, es no contar de forma sencilla, segura y con detalle de la misma, para tomar acciones necesarias y de emergencias. Este proyecto orientado a la telemedicina, toma como base una implementación tecnológica de la tesis desarrollada por el Ing. José Hinestroza de una aplicación móvil denominada MySoul, capaz de visualizar fisiologías básicas cardiovasculares transmitidas inalámbricamente mediante un dispositivo bluetooth.

En la nueva versión del aplicativo desarrollada en este trabajo, se implementa la funcionalidad en tiempo real de reconocer un grupo de patologías cardiacas que puedan presentarse durante la lectura de los datos recibidos, además se incluyen sencillas alertas visuales y sonoras que notifiquen de una emergencia a la persona monitorizada.

La alerta de emergencia que sea mostrada por el aplicativo, será enviada a un servidor en la red Promeinfo, encargado de hacerle llegar esta información al médico previamente asignado al paciente, utilizando el acceso a internet, la funcionalidad de GPS y servicios web que faciliten el envío de información, como lo es un fragmento de la onda que causo la alarma junto a la ubicación exacta de la persona monitoreada, se logra

optimizar la funcionabilidad del aplicativo en caso de presentarse emergencias.

En el presente trabajo se detalla una descripción del proyecto desarrollado, mostrando la importancia que tiene conocer las anomalías básicas del corazón y beneficios que se obtienen tanto en el sector público como el área médica, el mismo que consta de 6 capítulos, distribuido de la siguiente manera.

En el capítulo uno se planteará el problema, que lo ocasiona, hacia donde se orienta este estudio, a quienes afecta y quienes serán beneficiados estableciendo por qué se realiza este trabajo. Así también se define cuáles serán las aportaciones tecnológicas además de puntos que no serán considerados.

También, se mencionará como parte del segundo capítulo, los antecedentes de estudio, las referencias bibliográficas, estudios realizados, conceptos y definiciones básicas más utilizadas, además de conceptos legales que respalden este desarrollo. Se describirán nuestras variables de investigación.

En el capítulo tres, hablaremos del proceso de desarrollo, el tipo de metodología de investigación y porque lo usamos, se dimensionan las

variables de investigación, el desarrollo es separado en fases y se habla de cada una.

En el capítulo cuatro, se detallan los recursos que se usaron y las actividades del cronograma junto con su diagrama de Gantt.

Para finalizar este trabajo, en el capítulo cinco se comparten las conclusiones obtenidas y las recomendaciones en base al resultado del desarrollo y conforme a la investigación realizada.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las enfermedades del corazón son una de las principales causas de muerte en el mundo. Se estima que hasta el 2030 morirá por este problema alrededor de 23.3 millones de personas, según los estudios realizados en el 2011 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2011).

En la actualidad para lograr detectar enfermedades del corazón, un médico puede realizarles un examen de electrocardiograma (ECG) a sus pacientes ya que existen métodos para hacerlo. Pero no siempre se puede contar con los implementos necesarios para llevarlo a cabo, haciendo muy difícil que este pueda diagnosticar un fallo en el estado cardiaco de su paciente.

Debido a que muchas veces no se cuenta con las herramientas necesarias para realizar un examen de ECG, el programa Promeinfo de la universidad de Guayaquil ha logrado obtener un aplicativo denominado MySoul que visualiza las fisiologías básicas del corazón y el cual se conecta mediante bluetooth a un dispositivo de captación de datos (Un cardiólogo en el bolsillo, 2014).

Debido a que el aplicativo MySoul se encuentra en su primera fase de desarrollo, presenta detalles que pueden mejorarse, al adaptar nuevas funcionalidades y opciones que brinden beneficios positivos se obtienen bases que ayudan a su continua mejora.

La evolución de MySoul junto a los avances tecnológicos que se integran en los sistemas de información médicos, sin duda ofrecería grandes probabilidades de contar con información organizada y fácil de acceder, otorgando la oportunidad de analizar e interpretarla de manera oportuna según la necesidad.

Los dispositivos móviles inteligentes cada vez están siendo usados en diferentes áreas, por lo relevante que es contar con la portabilidad que estos ofrecen. En el área de la telemedicina esta ventaja puede ser implementada para desarrollo y mejora de sistemas hasta hoy utilizados de manera estática.

En el área médica, específicamente la cardiología, personas que puedan contar con alarmas que le notifiquen de anomalías cardiacas mediante un sistema de monitoreo portable, sería de gran ayuda para que este recurra por atención especializada y poder detectar problemas posteriores en su corazón, esto ayudaría al médico a tener indicios previos de patologías cardiacas, observar e interpretarlas de manera más sencilla, llevaría a que

el médico diagnostique de manera oportuna un tratamiento, inclusive realizarlo de manera no presencial.

La importancia de integrar funciones de notificación, se centra en la fácil interpretación de información de un grupo de anomalías cardíacas y poder mostrar alertas confiables que permitan brindar una atención inmediata al tratamiento de patologías, que será de gran beneficio cuando se requiera llevar un monitoreo continuo en casos particulares.

Entre los especialistas la primera hora transcurrida luego de que una persona sufre un accidente cardiovascular es considerado “la ventana de oro” ya que si la persona no es atendida en ese lapso de tiempo, tendrá consecuencias irreversibles en la calidad de vida de quienes sobreviven (Rajiv Gulatia, Bernard J Gersh, 2009). Por lo expuesto, se puede determinar la importancia de contar con un sistema que permita alertar de forma inmediata las alteraciones del corazón.

### **Ubicación del Problema en un Contexto**

Entre los recursos de propiedad de PROMEINFO y la Universidad de Guayaquil, se encuentra el dispositivo emisor de signos vitales cardíacos y el aplicativo MySoul de recepción de señales de ECG.

El aplicación MySoul cuenta en su base de datos con información básica del paciente que inicialmente son necesarios pero no obligatoriamente requeridos, entre ellos el nombre y edad, siendo su primera fase de mejoras no cuenta con la funcionabilidad de interpretar tipos de ondas cardiacas en el momento que las recibe, de igual manera al presentar un fallo del ritmo cardiaco el paciente no puede ser atendido con prontitud, debido a que esta función no permite su envío a un especialista. Con esto se espera que al momento de reconocer alguna anomalía de un grupo definido de arritmias cardiacas, este genere alertas de manera oportuna al médico e informe al paciente que tipo de trastorno está sufriendo su corazón.

Aplicaciones con funcionabilidad de reconocimiento de arritmias, serian de gran utilidad para la comunidad médica, sirviendo como previo diagnóstico de fallos en el corazón, también como innovación y aporte tecnológico que permita agilizar y liberar la carga diaria en la monitorización personalizada a los pacientes los centros médicos.

### **Situación Conflicto Nudos Críticos**

Desde la creación del aplicativo MySoul en Mayo del 2014, no se han realizado actualizaciones en tiempo real de interpretación y envío de patologías cardiacas importantes para realizar un previo diagnóstico de problemas cardiacos.

El aplicativo MySoul es un software prototipo diseñado para monitorear en tiempo real o diferido el ritmo cardiaco de un paciente, este sistema cuenta con funcionalidades de visualización básicas para el monitoreo del corazón, y su implementación permitiría informar en tiempo real a los pacientes y doctores arritmias cardiacas permitiendo brindar atención de manera inmediata al paciente.

### **Causas y Consecuencias del Problema**

#### ***Causas:***

- ✓ Una de las causas principales que genera el problema es la breve información que se muestra cuando la función de monitoreo en tiempo real grafica una anomalía cardiaca.

#### ***Consecuencias:***

- No recibir atención oportuna por falta de comunicación con el médico.
- No conocer la anomalía cardiaca que se padece, disminuye la posibilidad de tratamiento mientras espera la atención adecuada.
- Al presentarse un problema cardiaco fuera de un centro médico y no conocer la ubicación del paciente, dificulta el envío de ayuda a dicho lugar.
- No contar con un previo diagnóstico que pueda facilitar sin demora el seguimiento y tratamiento del médico al paciente.

### **Delimitación del Problema**

La optimización de las señales ECG del dispositivo Android, se basará específicamente en el algoritmo utilizado por esta opción para el cálculo de número de pulsaciones por minuto, cuya información se visualiza cuando el dispositivo se encuentra en el modo de espera de señales vitales en tiempo real.

### **Formulación del Problema**

¿Se puede mejorar el monitoreo continuo en tiempo real de pacientes con dolencias cardíacas, utilizando alertas de ayuda en la herramienta MySoul?

Debido a estudios realizados en 2012 por la Sociedad Ecuatoriana de Cardiología el presidente de la institución Miguel Molina (M. Bonilla, eltiempo.com, 2012), expresó: *“En el Ecuador se producen dos muertes cada hora por enfermedades cardiovasculares.”*. Un año después, estudios realizados en Ecuador por el INEC muestran que las dolencias cardíacas representan un 7.8% de mortalidad en el país.

El estudio del INEC en el 2013 (INEC, Estadísticas de Nacimientos y Defunciones, 2013), refleja que se registraron 17.032 muertes a nivel nacional de los cuales un 7.8% fueron ocasionados por fallos al corazón. Las proyecciones de este informe indican que el número de muertes se puede incrementar a 1.328 solo en la provincia del Guayas. Estas cifras se

podían reducir si se realizara un debido monitoreo que alerte en el momento que se origine el problema.

### **Evaluación del Problema**

Para evaluar los aspectos generales del problema se considera:

**Delimitado:** La información que se mostrará en la interpretación de las señales vitales, se realizará partiendo de algoritmos y funciones ya desarrolladas en el aplicativo MySoul, Calculo de latidos por minuto.

**Claro:** Se va a generar mensajes visuales, mediante diferentes tipos de alertas al paciente como al galeno, haciendo más sencilla su comprensión y no será necesario de un especialista en el área médica, ni técnicos en informática para asimilar las posibles anomalías presentadas.

**Evidente:** Esta mejora se basa en la escasa información que posee la función de monitoreo ECG en tiempo real.

**Concreto:** Para este estudio bastará con informar al paciente con alertas visuales de la anomalía y alertar al médico el problema junto la información básica del paciente con la ubicación exacta para así contar con información previa a una posterior atención de un experto.

**Relevante:** La información interpretada, junto a los datos del paciente y la ubicación del mismo, podrá ayudar a los médicos y personal de emergencia acudir al problema y resolverlo de manera oportuna.

**Factible:** Con el método de alertas y notificaciones, permitirá al médico tener un previo inicio en el análisis del problema cardiaco suscitado.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Implementar la visualización de alertas de emergencia mediante la recepción de una señal de un dispositivo electrónico que mide las pulsaciones del corazón y envía la señal a un dispositivo móvil inteligente.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los códigos fuentes y la funcionalidad del aplicativo MySoul desarrollado previamente.
- Reconocer señales de ECG, tipo Taquicardia, Bradicardia y Asistolia basadas en los LPM.
- Implementar alertas de emergencia destinadas al paciente de una arritmia presentada en tiempo real, de acuerdo al rango de patologías descritas anteriormente.

- Implementar el envío de notificaciones al médico sobre la información del paciente, la patología detectada, ubicación GPS y fragmento de la onda que genera la alerta.

### **ALCANCE**

Mediante el uso de dispositivos móviles con tecnología Android 2.3 o superior, la aplicación tomará una señal ECG emitida por un dispositivo de pulsaciones ya creado, interpretará un grupo de patología en tiempo real.

Los dispositivos móviles y la ayuda del aplicativo permitirá a personas que se encuentran en monitoreo de sus signos cardiacos, proveerlo de un ambiente amigable donde pueda saber que anomalía presenta su corazón y esta pueda ser notificada con tiempo al médico preestablecido.

El aplicativo podrá reconocer anomalías cardiacas en tiempo real como la Taquicardia, Bradicardia y Asistolia mostrando alertas visuales del tipo que fue detectado.

Para las mejoras desarrolladas en el aplicativo móvil no serán considerados los siguientes puntos por ser parte complementaria de este tema:

- ✓ Desarrollo del aplicativo MySoul en la versión destinada al médico.
- ✓ Almacenamiento histórico de los datos cargados.

- ✓ Implementación del servidor web Promeinfo para interconexión con aplicativo del médico.
- ✓ Diseño e implementación del dispositivo de captación de signos vitales.

### **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La alta incidencia de enfermedades cardíacas provoca que anualmente mueran personas (INEC, Estadísticas de Nacimientos y Defunciones, 2013). Muchas de estas muertes se hubieran podido evitar si el paciente recibía atención oportuna. Durante varios años se ha venido investigando la manera de socorrer lo más pronto posible a quien sufre de un accidente cardiovascular, y una de las herramientas creadas en Mayo del 2014 es el sistema MySoul cuya finalidad era graficar ondas cardíacas, sin embargo este sistema no posee funcionalidades que permitan reconocer patologías cardíacas, posteriormente enviar estos datos mediante una red internet a un servidor de datos, que notifique, a un especialista del problema presentado y poder tomar las acciones necesarias de emergencia.

Al implementar características de alertas y notificaciones de ciertas patologías, creando rutinas en el aplicativo MySoul que establezcan las pulsaciones óptimas de una persona en base a su edad, además que envíen información relevante de un problema suscitado, basados en el número de latidos del corazón obtenidos por el dispositivo de captación de

datos, permitirá al médico tener indicios de la emergencia y ayudar con mayor rapidez a personas con accidentes cardiacos.

La mejora de MySoul puede ser aprovechada en nuestro país debido al incremento constante de usuarios de teléfonos Smartphone con sistema operativo Android (INEC, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) 2013, 2013) (Ver Anexo # 1, Figura 1) y la tasa de mortalidad ocasionada por afecciones cardiacas según estudios realizados por el INEC. Ver Anexo # 2, Cuadro 1.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

El uso de la telemedicina años atrás empezó con el uso del teléfono, ya que estableció conexiones entre las personas en distintos lugares, dado que éste facilitaba el intercambio de consultas y diagnósticos entre profesionales de medicina, dando inicio al uso de posteriores tecnologías como radio, televisión, teléfonos e internet. En la actualidad uno de los medios de comunicación más usados es el uso de teléfonos móviles posibilitando a que la telemedicina se expanda.

El uso de los dispositivos móviles y el acceso al internet, le permitieron al Master José Hinestroza (Hinestroza, 2014) elaborar una tesis en la que se desarrolló un dispositivo de captación de las señales del corazón que trabaja en conjunto con un aplicativo basado en el sistema operativo Android denominado MySoul, el cual está inmerso en la tecnología de las telecomunicaciones, y al encontrar diversos tipos de telemedicina, como Teleconsulta, Teleeducación, Telemonitoreo y Telecirugía, esta aplicación se enmarca en la rama de Telemonitoreo.

El dispositivo electrónico de captación de datos es responsable de recibir las señales fisiológicas del corazón mediante un conjunto de electrodos, procesarlas y transformarlas en señal digital que pueda ser recibida por el

aplicativo MySoul, y éste pueda graficar un electrocardiograma o ECG muy básico.

Al mencionar un electrocardiograma o ECG, podemos citar lo siguiente, (HUSZAR, ROBERT J., 2002, p. 21) lo define como: “*Un gráfico de los cambios en la magnitud y dirección de la corriente eléctrica del corazón*”.

Un ECG es una prueba complementaria importante para la evaluación inicial de pacientes con sospecha de cardiopatía, e imprescindible para la evaluación de arritmias, conocidas o sospechadas.

Estas señales se basan directamente en la actividad eléctrica del corazón, tratándose de una reacción que presenta un ser humano con vida y que demuestra funciones elementales del organismo. Los signos vitales como frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura, presión arterial son los signos que pueden ser medidos fácilmente sin necesidad de invadir el organismo y son los que con más frecuencia se monitorizan.

Para la realización de este proyecto se ha revisado e investigado en sitios web trabajos y artículos relacionados con el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC's) a nivel nacional e internacional durante los últimos años, además se ha investigado sobre los tipos de patologías

cardiacas y sus características cuyo análisis será importante para el presente proyecto.

En el 2009 La Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó una encuesta a nivel mundial para conocer el impacto que tienen las TIC's con respecto al área médica. Se obtuvo respuesta de 114 países, en temas tales como políticas, tipos de iniciativas en la salud, marcos legales. Esto para saber la situación del uso de las TIC's y poder iniciar proyectos de aplicaciones que puedan mejorar la atención en el área de la salud. La encuesta en el área de salud con respecto a dispositivos móviles reflejó una iniciativa optimista del 83% de países participantes.

En nuestro país un estudio del INEC (INEC, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) 2013, p. 6) muestra que el uso de las TIC's hasta Diciembre del 2013, en los hogares al menos el 86.4% cuenta de un teléfono celular, llegando a 36.7 puntos más que los registrados en el 2010. Ver Anexo # 1, gráfica 1.

El mismo estudio al que se refiere el párrafo anterior, muestra que el acceso al internet en hogares es del 28.3%, obteniendo como resultado un 16.5 puntos más que el 2010. En áreas urbanas el crecimiento fue de 20.3 puntos y en la zona rural de 7.8 puntos. Ver Anexo # 1, gráfica 2.

El uso del internet en el país es del 40.4% en los últimos 12 meses, dejando como resultado una buena cantidad de provincias que utiliza el internet, siendo Pichincha la de mayor incremento. A nivel nacional se registra un gran porcentaje de uso en el hogar, reflejado en 45.1%. Definiendo que las razones de uso son básicamente el intercambio de información (INEC, 2013, p. 12). Ver Anexo # 1, gráfica 3.

La tenencia de un celular activo en cada individuo de 5 años y más, está en incremento dando resultados hasta el 2013 de un 51.3%, 8.3 puntos mayor que el 2010. Según los resultados obtenidos los mayores grupos etarios con celulares activados están entre los 25 y 34 años con 76.5% y los de 35 a 44 años con el 76%. Ver Anexo # 1, gráfica 4.

Del estudio del INEC se desprende que un gran número de personas está adoptando el uso de teléfonos Smartphone, dando cabida a gran variedad de intercambio de información y en diferentes medios. Según la gráfica presentada por el INEC este nivel de aceptación llega a más del 50%. Ver Anexo # 1, gráfica 5.

El poder contar con dispositivos móviles inteligentes y aplicaciones orientadas al intercambio de información, tales como la telemedicina en el país, hace posible conocer vía online información de pacientes con problemas cardiacos. La falta de prevención y tratamiento adecuado, puede

conllevar a complicaciones graves en la salud o tal vez la muerte de forma inesperada, por ello, este trabajo de tesis se enfoca en interpretar un grupo de arritmias cardiacas y mostrarlos de manera muy sencilla al paciente, además de realizar notificaciones vía online a un médico de la posible emergencia.

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Los avances en tecnología realizados en la telemedicina, referenciándose en evidencias y crecimiento de las aplicaciones en sistemas móviles, conlleva que personal de salud tenga que buscar innovaciones tecnológicas que mejoren sus servicios.

Especialistas como Delia Otomuro Doctora en medicina de la Universidad de Buenos Aires, en su libro “Impacto de la tecnología en la práctica de la medicina” expresa:

*“La tecnología conlleva conocimiento (de ciencia aplicada) pero también utiliza experticia (expertise), es decir idoneidad, saber cómo aplicar ese conocimiento para resolver un problema.”* (Otomuro, 2013, p. 33)

*“La medicina moderna surge a partir del básico compromiso social de proporcionar a todos los ciudadanos prácticamente todas las novedades tecnológicas.”* (Otomuro, 2013, p. 39)

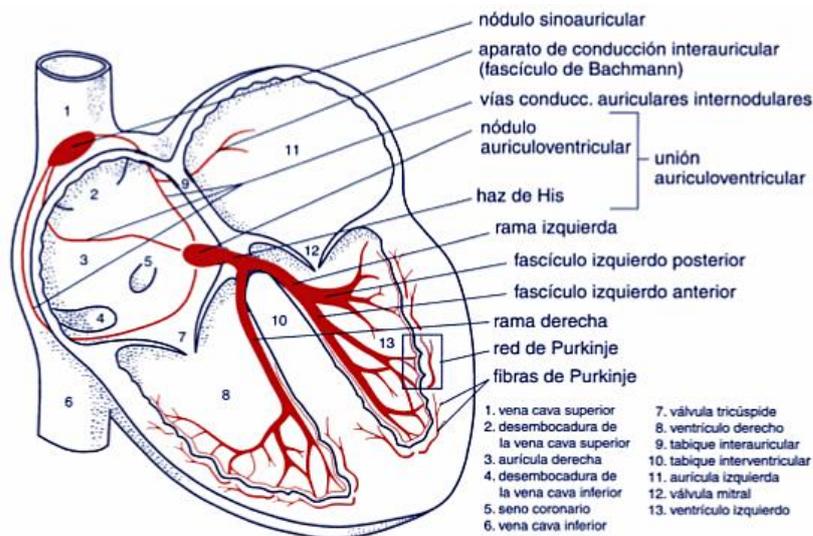
Tomando como referencia las citas mencionadas, se puede decir que contar con tecnología que pueda hacer que las personas logren entender sus padecimientos médicos y tengan conciencia en la importancia de la misma, permitiría mejorar la prevención, y los tratamientos relacionados a las arritmias cardiacas.

Partiendo de las definiciones mencionadas se busca entender y relacionar conceptos básicos de la tecnología informática y la medicina, utilizados para el desarrollo de este trabajo. El presente proyecto inicia con definiciones sobre la anatomía del corazón y su actividad eléctrica, lo cual tiene relación directa con la señal mostrada en el aplicativo MySoul, se mencionan términos generales además de conocer las arritmias a estudiar y las pulsaciones que producirían una variación peligrosa de la actividad cardiaca, lo cual da principio a este trabajo.

### **Anatomía del Corazón**

El corazón es el órgano central del aparato circulatorio, es de mucha importancia para el mantenimiento de la vida y la salud, se encuentra en la parte izquierda del tórax entre los pulmones, es un órgano muscular contráctil y hueco que se divide por medio de un tabique interno en cuatro cavidades. Las cavidades superiores son las aurículas y las dos inferiores los ventrículos. Ver la Figura 1.

**Figura 1. Fisiología del Corazón**



**Elaboración:** HUSZAR, ROBERT J.

**Fuente:** Arritmias, principios, interpretación y tratamientos (HUSZAR, ROBERT J., 2002, p. 6)

Su función principal es hacer circular la sangre venosa por los tejidos del cuerpo y llevarla a los pulmones y convertirla en sangre arterial, es decir, sangre oxigenada. Luego es retornada al corazón para ser enviada al resto de organismo.

En este ciclo cardiaco existen alteraciones de volumen y de presión sanguíneas que ocurren en segundos denominados Sístole (funcionamiento de las aurículas) y Diástole (funcionamiento de los ventrículos). Cuando hay una buena sincronización de éstos se producen los ritmos cardiacos, pero al fallar la sincronización ocurren las arritmias.

## **El Electrocardiograma (ECG - EKG)**

(NIH MedLine Plus, 2013) Define el ECG como un examen médico donde se muestra un gráfico de la actividad eléctrica del corazón, donde se registran los cambios en la magnitud de la onda cardiaca. Estos gráficos sirven para diagnosticar enfermedades en el corazón, medir el ritmo y la regularidad de los latidos, están conformados por Ondas, Intervalos y Segmentos los cuales podrán ser observados con mayor claridad por una malla milimétrica que se encuentra debajo de la onda, y esta tiene características propias, las cuales están ligadas por la edad de una persona. Estas ondas se derivan de ritmos cardiacos auriculares y ventriculares.

La principal razón para que una persona se realice un ECG es para determinar si padece de dolencias cardiacas o saber si su corazón está latiendo normalmente.

Entre los resultados anormales que un ECG puede indicar se encuentran:

- Infartos
- Agrandamiento del corazón
- Arritmias (ritmos anormales)
- Taquicardia o Bradicardia

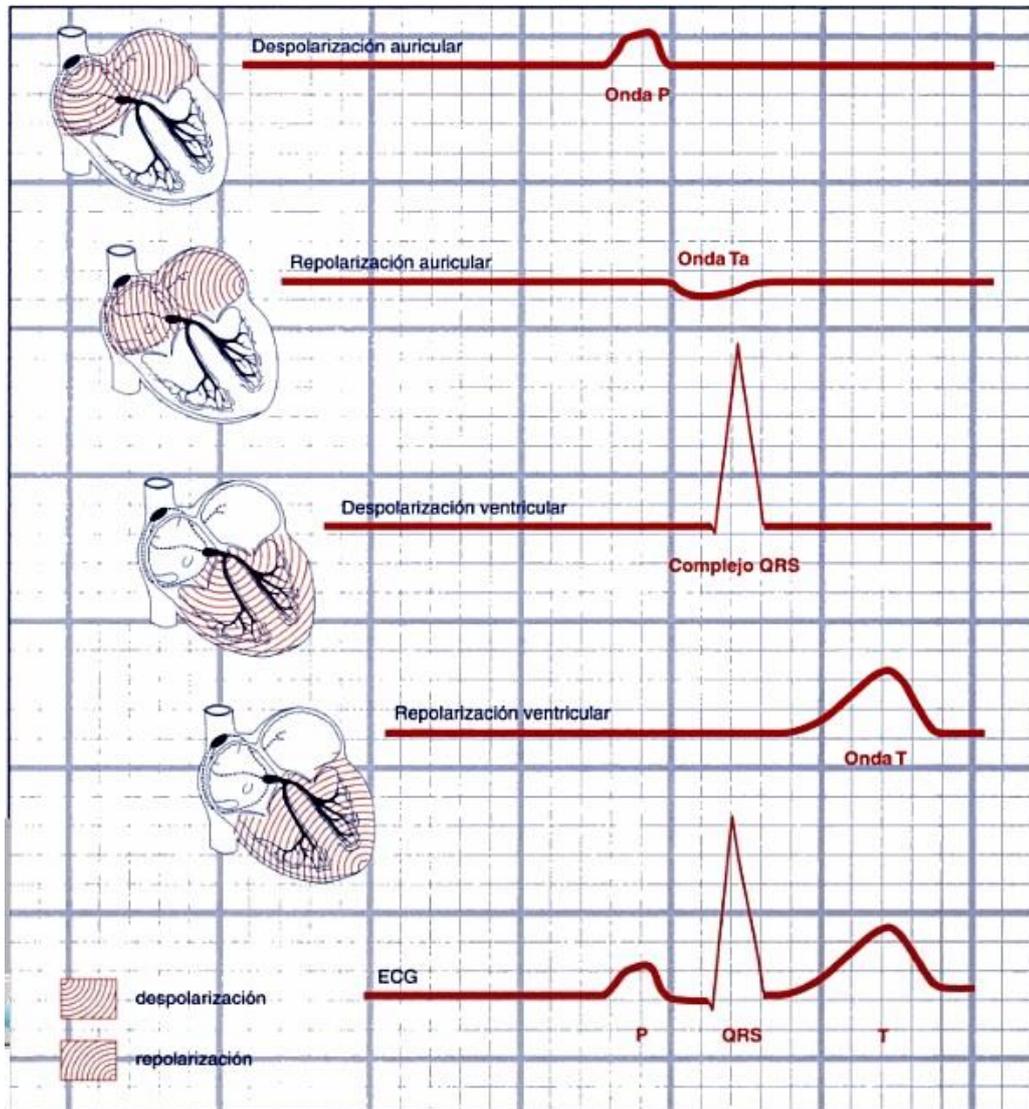
El corazón late en una frecuencia de 60 a 100 LPM y cada latido es generado por una señal eléctrica que inicia en el nodo sinusal. Si estos impulsos tienen una anomalía en su secuencia eléctrica se produce una arritmia. (Universidad Nacional de Colombia, 2005).

Un ECG se obtiene a través de una serie de electrodos ubicados en diferentes partes del cuerpo denominados derivaciones.

### **Ondas, Intervalos y Segmentos del Electrocardiograma**

En la Figura 2 se puede observar la onda denominada P que hace referencia a la primera onda mostrada en el electrocardiograma, y sucesivamente las ondas Q, R, S, T y a veces la U.

**Figura 2. Fundamentos eléctricos del ECG**



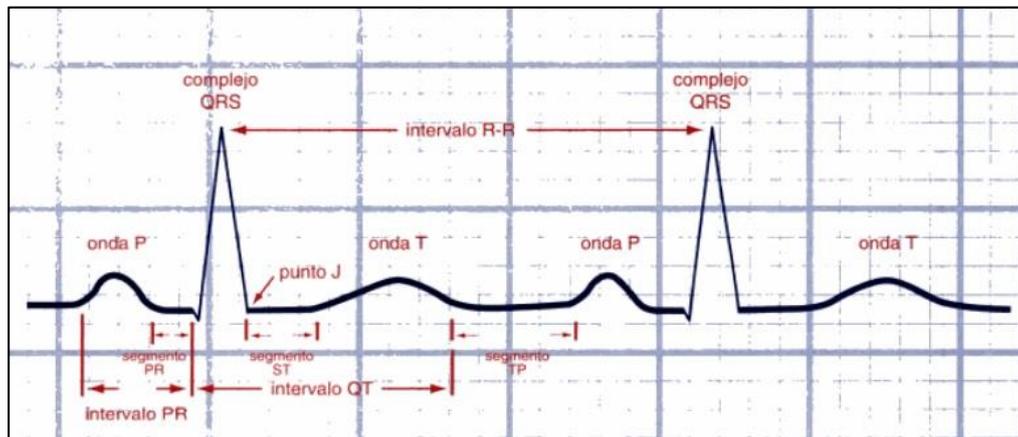
**Elaborado:** HUSZAR, ROBERT J.

**Fuente:** Arritmias, principios, interpretación y tratamientos (HUSZAR, ROBERT J., 2002, p. 22)

Entre cada onda se presentan intervalos, segmentos y referencias de gran interés para un diagnóstico (Ver Figura 3), estos son:

- **Intervalo PR (PQ).**- Comprende al intervalo que inicia en la onda P hasta el comienzo del complejo QRS.
- **Punto J.**-Es la unión entre el final de la onda S y el inicio del segmento ST.
- **Segmento ST.**- Comprende desde el fin del complejo QRS hasta el inicio de la onda T.
- **Intervalo QT.**- El intervalo QT se mide desde el comienzo del complejo QRS hasta el final de la onda T.

**Figura 3. Forma de Onda ECG y componentes (A)**

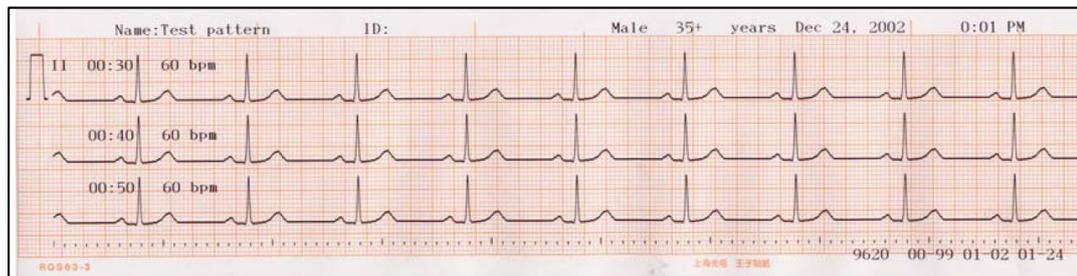


**Elaboración:** HUSZAR, ROBERT J.

**Fuente:** Arritmias, principios, interpretación y tratamientos (HUSZAR, ROBERT J., 2002, p. 24)

Al realizar un examen de electrocardiograma se obtiene un gráfico de suma importancia para lograr identificar posibles patologías cardiacas. Un ECG normal se muestra en la Figura 4.

**Figura 4. Gráfica de Onda ECG normal**



**Elaborado:** Manual Nihon Kohden Cardiofax

**Fuente:** (Electrocardiógrafo, p. 91)

Se toma en cuenta también las derivaciones de miembros y precordiales, que son los puntos de vista en la que se ven las actividades eléctricas del corazón.

### **Derivaciones**

Se utilizan 12 derivaciones, las cuales se dividen en 6 Miembros y 6 Precordiales.

**Derivaciones de Miembros:** Se llaman de esta manera porque los electrodos se ubican a nivel de las extremidades, como muñecas y tobillos, también se los conoce como Frontales porque estudian el corazón en la parte frontal.

**Derivaciones Precordiales:** Se llaman precordiales porque se colocan los electrodos delante del corazón, también se las conoce con el nombre de Horizontales porque estudian el corazón en el plano horizontal.

Para una mejor visión de las derivaciones se puede observar el Cuadro 1.

**Cuadro 1 Derivaciones**

<b>Derivaciones</b>		
<b>Miembros</b>		<b>Precordiales</b>
<i><b>Estandar</b></i>	<i><b>Aumentadas</b></i>	
DI , DII , DIII	aVR , aVL, aVF	V1, V2, V3, V4, V5, V6
<b>Bipolares</b>	<b>Unipolares</b>	

**Elaboración:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** (My EKG.com, n.d.)

Basados en el triángulo del Einthoven un ECG convencional utiliza un sistema de 3 derivaciones. Sistemas más sofisticados monitorizan hasta 12 derivaciones brindando gran cantidad de información de la actividad eléctrica del corazón.

El dispositivo de captación de señales eléctricas del corazón que transmite al aplicativo MySoul utiliza la conexión basado en el triángulo de Einthoven.

(Hinestroza, 2014, p. 20). Este estudio toma como base las derivaciones de clase II, Segmento QRS.

### **Pulso Cardíaco**

Mediante la lectura del pulso cardíaco se puede categorizar una onda cardíaca de una forma sencilla. Estos valores son estrechamente relacionados con el tipo de gráfico que muestra un ECG.

La web *Better Health Information from Doctors* define el pulso cardíaco como: *“La frecuencia del pulso es la medida de las pulsaciones por minuto, que varía dependiendo de la necesidad del cuerpo de oxígeno. Normalmente se utiliza para determinar la salud y estado físico general con base en tablas de frecuencia de pulso estandarizados”* (MD health.com, n.d.)

Los latidos cardíacos son generados cuando el corazón se contrae y bombea sangre, la frecuencia es la medida de pulsaciones en unidad de tiempo y se denomina latidos por minuto (LPM o BPM)

Durante cada actividad física del cuerpo los LPM varían dependiendo de la exigencia. Durante ejercicios incrementa a su nivel más alto, durante el sueño este disminuye a su nivel más bajo.

## Frecuencia Cardíaca En Reposo

Esto se refiere al número de veces por minuto que late el corazón en un estado de reposo, es decir, en condiciones normales. Representa en números el esfuerzo que realiza el corazón cuando una persona se encuentra inactiva.

El esfuerzo realizado también depende de un buen estado físico. Buena condición implica menos trabajo de bombeo de sangre. En función de la edad, la frecuencia cardiaca se estandariza y los médicos la utilizan para medir los niveles de salud. Ver Figura 5.

**Figura 5. Tabla de frecuencia cardiaca en Reposo**

Edad	Beats por minuto (BPM)
Los recién nacidos (0-3 meses)	100-150
Bebés (3-6 meses)	90-120
Los bebés (6-12 meses)	100-160
Los niños de 1 a 10	70-130
Los niños mayores de 10 años y adultos	60-100
Atletas con buena condición	40-60

**Elaborado:** MD health

**Fuentes:** (MD health.com, n.d.)

El objetivo del pulso cardiaco es definir la velocidad con la que el corazón bombea sangre al resto del cuerpo, con el fin de maximizar los beneficios cardiovasculares de forma segura en cada actividad realizada.

## **Determinantes de la Frecuencia Cardiaca**

Las determinantes son necesarias para comprender el mecanismo ya que se puede tener un valor pronóstico.

La frecuencia cardiaca se determina por el equilibrio de los sistemas del corazón que responden según las necesidades del organismo. Dependiendo de estas necesidades el ritmo cardiaco disminuye (predomina durante el reposo) o se incrementa según el ejercicio físico que se realice. Uno de los principales determinantes, es el metabolismo basal del organismo, lo que requiere que las células tengan un continuo flujo de oxígeno, y como la sangre es la encargada de distribuir oxígeno a diversas células el metabolismo basal es fundamental en la frecuencia cardiaca.

El motivo más frecuente para tener una frecuencia cardiaca elevada es al momento de realizar ejercicio físico, lo cual muchas veces no es una alerta que afecte el corazón, aunque también puede ser producido por estrés, angustia, miedo u otros factores como el hipertiroidismo, la ansiedad, fiebre, embolia pulmonar. También influyen los estimulantes y sustancias como la cafeína y las drogas, los cuales producirían una anomalía en la frecuencia cardiaca.

Normalmente los latidos oscilan entre 60 y 100 veces por minuto, cuando estos latidos pasan de 100 LPM se considera una taquicardia, cuando bajan de los 60 LPM se denomina una bradicardia.

Se conoce como ritmos cardíacos anormales o arritmias a las alteraciones de la frecuencia cardíaca, las que pueden ser causadas por fallos en el sistema de conducción eléctrico del corazón.

Dentro de las arritmias consideradas importantes se encuentran: las arritmias ventriculares, bradiarritmias, arritmias supraventriculares y la extrasístole. (National Institutes of Health, 2011)

Entre las arritmias más comunes se encuentra la Taquicardia Ventricular, Taquicardia auricular multifocal, Taquicardia supraventricular paroxística, Fibrilación o Aleteo auricular, Bradicardia, Síndrome de Wolff-Parkinson-White, Bloqueo cardíaco, Asistolia. Estas arritmias podrían ser causadas por niveles bajos de calcio (K<sup>+</sup>), anteriores ataques al corazón, cardiopatía presente al nacer (congénita), agrandamiento del corazón.

(Diario El Espectador, 2014, p. 1) Publica que La Sociedad Europea de Cardiología dio a conocer los resultados del estudio que realizó a 130.000 pacientes de entre 18 y 95 años durante tres años y medio, en España, sobre enfermedades cardiovasculares provocadas por el consumo de té,

desmintiendo que este pueda ocasionarlas, mientras que la investigación de la Agencia Francesa de Seguridad Alimenticia determino que el consumo excesivo de bebidas energéticas, aumenta el riesgo de sufrir taquicardia.

El presente proyecto implementa la funcionabilidad a MySoul de reconocer arritmias tales como taquicardia, bradicardia y asistolia.

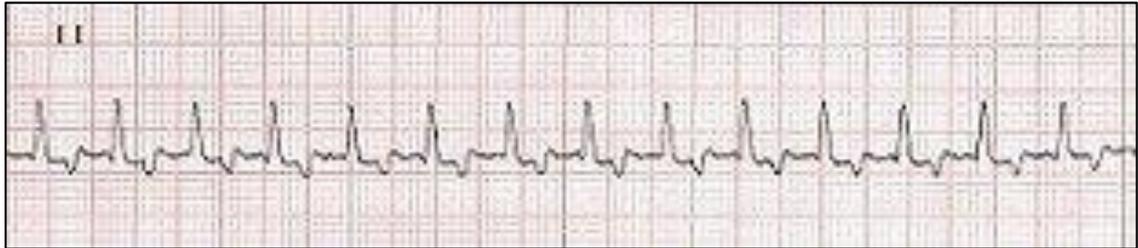
### **Taquicardia**

La taquicardia es el incremento acelerado de la frecuencia cardiaca, esta sobre los 100 LPM en reposo, dura unos segundos o más. No presenta ningún problema si dura menos de unos segundos, caso contrario puede derivarse en arritmias más graves, como la fibrilación, asistolia y muerte súbita. Suele ser causado por el tabaco, alcohol, drogas y otras razones como depresión, nerviosismo, anemia. (My EKG.com, n.d.).

### **Morfología de la taquicardia**

La taquicardia por lo general en un electrocardiograma se reconoce por tener un QRS ancho, más de 120 ms, aunque otras arritmias cardiacas también pueden presentar un QRS similar como la taquicardia supraventricular o la taquicardia antidrómica. Ver Figura 6.

**Figura 6. Morfología de taquicardia**



**Elaborado:** Dr. Alberto Estevez

**Fuente:** Facultad de Medicina – Universidad de Chile (Estevez, 2010)

Existen criterios de diagnóstico para reconocer una taquicardia en un electrocardiograma, como el diagnóstico de Brugada y el diagnóstico de Vereckeï. El diagnóstico de Brugada consta de cuatro criterios morfológicos (Begoña Benito, Jose, Brugada, Ramón Brugada, Pedro Brugada, 2009):

- Si no existe en el electrocardiograma un complejo RS
- Duración del RS  $\geq$  100ms
- Presencia de Disociación aurículoventricular.
- Criterios de patrones de bloqueo de rama.

Si el ritmo cardíaco acelerado se prolonga más de 30 segundos se denomina taquicardia ventricular no sostenida (TVNS), si esta dura menos de este tiempo es conocida como taquicardia ventricular sostenida (TVS).

### **Bradicardia**

Esta presenta una frecuencia cardíaca más lenta de lo normal, por debajo de los 60 LPM. El corazón no puede bombear suficiente sangre con altos

niveles de oxígeno al cuerpo durante la actividad normal o el ejercicio, incluso las bradiarritmias extremas pueden producir una asistolia y posteriormente isquemia. Las personas en buena forma física suelen tener normalmente un ritmo cardiaco lento, menos de 60 LPM, pero no es peligroso, sin embargo, en otras personas puede ser un problema, las anomalías en el corazón pueden ser causadas por desequilibrio de K+, medicinas y ataques cardiacos. (Fundacion Española del Corazón, 2011).

### **Morfología de la bradicardia**

El ECG de la bradicardia se caracteriza por presentar una onda P aplanada, el intervalo PR es alargado, elevación del segmento ST que es cóncavo hacia arriba y la onda T elevada. Ver Figura 7.

La bradicardia por lo general se reconoce por los siguientes signos electrográficos:

- Frecuencia sinusal menor de 60 l/pm
- Onda P sinusal siempre presente
- Intervalo PR siempre idéntico
- QRS sin alteraciones

**Figura 7. Morfología de bradicardia**



**Elaborado:** Dr. Alberto Estebez

**Fuente:** Facultad de Medicina – Universidad de Chile (Estevez, 2010)

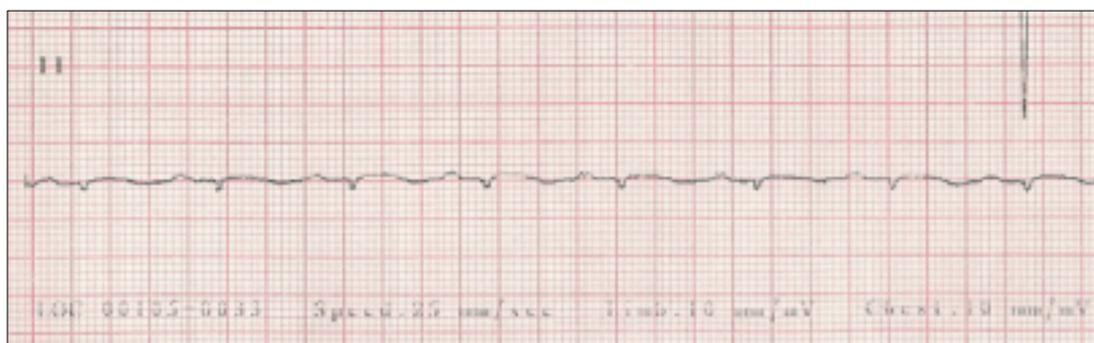
### **Asistolia**

Se define como ausencia total de actividad eléctrica en el miocardio, y se la reconoce como una línea plana en la pantalla de monitoreo.

### **Morfología de una asistolia**

La asistolia se traduce en una línea plana, lo que significa ausencia de energía en el corazón, ciertas veces es similar a una fibrilación ventricular fina, como muestra la Figura 8.

**Figura 8. Morfología de asistolia**



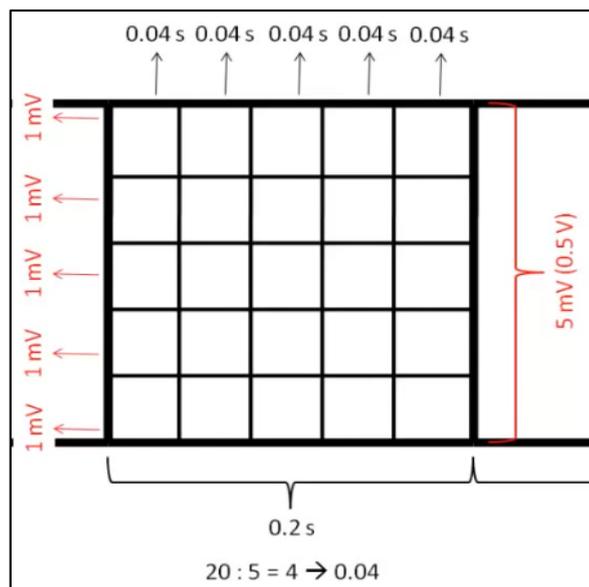
**Elaborado:** Dr. Alberto Estebez

**Fuente:** Facultad de Medicina – Universidad de Chile (Estevez, 2010)

## Papel Milimétrico De Electrocardiógrafo

El papel de electrocardiógrafo es un papel milimetrado, que se divide como lo muestra la Figura 9.

**Figura 9. Medidas de papel Milimétrico de Electrocardiógrafo**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** (My EKG, 2013)

### Eje Vertical

- Mide la *amplitud de corriente eléctrica* emitida del corazón, es expresada en **mV**.
- Cada milímetro equivale a 1mV y un cuadro grande equivale a 5mV

### Eje Horizontal

- Mide el tiempo. Un ECG estándar el papel se desliza a una velocidad de 25mm/s

- Cada milímetro equivale a 0.04s y un cuadro grande equivale a 0.20s

## **Telemedicina**

La telemedicina tiene muchas definiciones, las cuales mencionan que puede usarse en cualquier punto sobre la tierra, sin importar el país o el idioma, incluso los husos horarios.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (Vergeles-Blanca, p. 59). lo define como: “El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y accidentes, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven”.

Para American Medicine Association (American Telemedicine Association, 2002, p. 1) es “El intercambio de información médica de un lugar a otro, usando las vías de comunicación electrónicas, para la salud y educación del paciente o el proveedor de los servicios sanitarios, y con el objetivo de mejorar la asistencia del paciente”.

El Dr. Carlos G. Iglesias de la Facultad de Medicina de la UNAM (Iglesias, 1999, p. 2) define la telemedicina como: “El uso de tecnologías avanzadas de telecomunicaciones para intercambiar información médica y proveer servicios tanto de salud como de educación médica continua a distancia a través de barreras geográficas, socioculturales, y de tiempo”.

Sin duda, la telemedicina se usa desde años atrás, más aun en las áreas médicas que requieren monitoreo de pacientes, logrando cambiar el modelo de atención brindando e incluso brindar asistencia en casos de emergencia.

### **Monitor Electrocardiográfico**

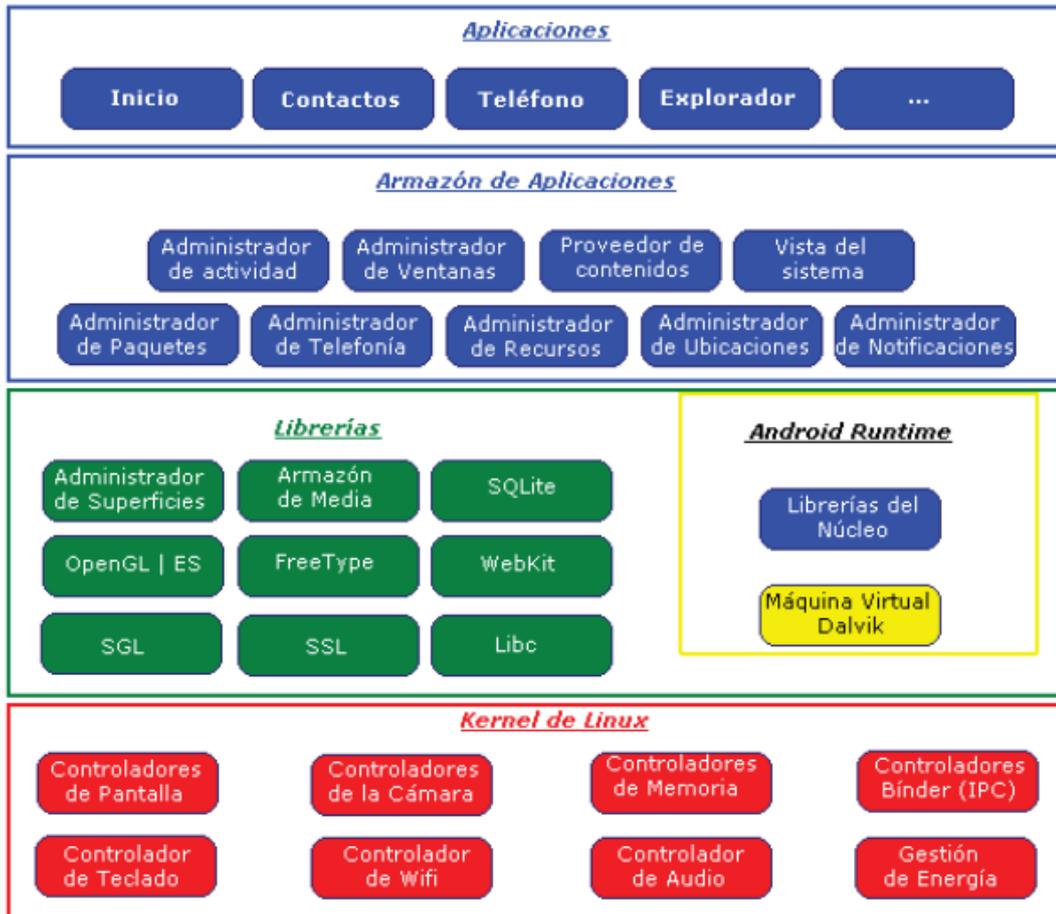
El monitor electrocardiográfico se utiliza para monitorear los ritmos cardiacos de un paciente. Es un instrumento fundamental para el diagnóstico preciso de trastornos del ritmo cardiaco y de utilidad en el diagnóstico de pacientes con dolor precordial. (División de Ingeniería Biomédica, p. 1)

### **Sistema Operativo Android**

El sistema operativo de Android se basa en el núcleo de Linux y debido a esto puede gestionar diversos recursos como cámaras, memorias, controladores de pantalla y más, ya que se encuentra por encima de la capa del Kernel.

El sistema operativo Android se divide en diversas capas con funciones y características específicas en cada una de ellas. Ver Figura 10.

**Figura 10. Capa de funciones del sistema Android**



**Elaborado:** (Android OS, n.d.)

**Fuente:** (Android OS, n.d.)

En la Figura 10 se puede notar que Android forma parte del kernel de Linux, donde este puede acceder a los diversos controladores y librerías. También tiene acceso a los administradores de recursos y la capa de aplicaciones.

Esto brinda ventajas como portabilidad ya que Linux es un sistema flexible, seguro y fácil de portar en distintos tipos de arquitectura de hardware, además, posee la integración con características de Linux como manejo de dispositivos de red, energía y memorias.

### **Máquina Virtual DALVIK**

Los desarrollos de programas en Java son escritos y compilados en código Java por medio de un compilador. El código compilado se ejecuta en una Virtual Machine o máquina virtual (VM). Ésta crea un canal de interacción entre las aplicaciones y el sistema.

Para Android el código también es escrito en lenguaje Java y se compilan de igual forma, por medio de un compilador, su diferencia consiste en que el programa se recompila para ser ejecutado en una máquina virtual Dalvik, que haría las veces de la máquina virtual de Java.

Lo importante de la máquina Dalvik recae en que no es necesario desarrollar aplicaciones para dispositivos específicos, solo es necesario que se puedan ejecutarse en Android. Dejando que esta le diga al sistema que dispositivo usar. (Android OS, n.d.).

## **Versiones De Android**

El sistema operativo de Android se encuentra en constante evolución, por esta razón el número de versiones aumenta constantemente.

Entre las versiones del sistema operativo Android que existen en el mercado (Google, 2014), tenemos:

- ✓ **Cupcake: Android Versión 1.5**
- ✓ **Donut: Android Versión 1.6**
- ✓ **Eclair: Android Versión 2.0/2.1**
- ✓ **Froyo: Android Versión 2.2**
- ✓ **Ginger Bread: Android Versión 2.3**
- ✓ **Honey Comb: Android Versión 3.0/3.4**
- ✓ **Ice Cream Sandwich: Android Version 4.0**

El software MySoul está desarrollado para ejecutarse en versiones desde 2.3 y posteriores.

## **Estructura De Un Proyecto Android**

Estos proyectos se forman por un archivo principal llamado AndroidManifest.xml que será el corazón del aplicativo, el código fuente y una serie de archivos con recursos.

## Estructura:

- ✓ **src:** Contiene el código fuente de la aplicación escrito en lenguaje Java.
- ✓ **gen:** Se encuentra el código generado automáticamente por el SDK, sirve para identificar los recursos de la aplicación.
- ✓ **assets:** Guarda archivos necesarios para un correcto funcionamiento de la aplicación, que pueden ser usados en cualquier momento, como datos y configuración.
- ✓ **res:** Carpeta que contiene los recursos usados por la aplicación.
- ✓ **drawable:** En esta carpeta se almacenan los archivos de imágenes y descriptores de imágenes.
- ✓ **layout:** Contiene archivos XML que definen la estructura de las vistas o pantallas de la aplicación.
- ✓ **menu:** Archivos XML con los menús de la aplicación.
- ✓ **values:** Archivos XML para indicar valores del tipo string, color o estilo.
- ✓ **anim:** Contiene archivos XML con descripciones de animaciones.
- ✓ **xml:** Otros archivos XML requeridos por la aplicación.
- ✓ **raw:** Archivos adicionales que no se encuentran en formato XML.
- ✓ **doc:** Documentación asociada al proyecto.
- ✓ **AndroidManifest.xml:** Se define la configuración del aplicativo en XML.

### **Pantallas (Activity)**

Las actividades en Android son componentes principales que se encargan de mostrar las interfaces gráficas al usuario, es decir, las pantallas que permitirán la comunicación con el usuario (activity). Los elementos que se muestran en un activity se definen en un fichero XML que se asocia a cada una para poder ser manipulados posteriormente. Todas las activity creadas serán independientes entre sí, pero todas trabajan para un objetivo común.

### **Servicio (Service)**

Son tareas que se ejecutan por debajo de la aplicación, no se las puede ver, pero no se pueden ejecutar solos. Es similar a un servicio en Windows. Para Android hay dos tipos de servicio: servicios locales, que pueden ser utilizados por aplicaciones del mismo terminal y servicios remotos, que pueden ser utilizados desde otros terminales. El ciclo de los servicios inicia con el método onCreate y finalizan con el método onDestroy.

### **Intención (Intent)**

Los INTENT son el medio para activar los componentes, es decir, representa la voluntad de realizar alguna acción; tal como una llamada de teléfono, enviar un mensaje. Es utilizada cuando se requiera lanzar una actividad, un servicio, un comunicado de servicio.

## **Androidmanifest.Xml**

Es un fichero o documento XML en el que se define la configuración de la aplicación tales como permisos, restricciones, acceso a datos o la comunicación con elementos de otra aplicación. Por ejemplo que la aplicación pueda usar el dispositivo GPS.

## **GPS en Android**

Una de las ventajas del sistema Android es su flexibilidad, ésta permite la inclusión de diversas librerías para desarrollo, entre ellas dispone de librerías que incorporan métodos de ubicación y posicionamiento, existen diversos proveedores, la librería más conocida es la maps.jar de google. Para el uso de GPS en las aplicaciones se requiere otorgar permisos usando el fichero AndroidManifest.xml el cual almacenara la configuración deseada.

Para habilitar este recurso es necesario incluir el siguiente permiso:

`"android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION"`.

## **Geocoder**

La clase geocoder se emplea para obtener coordenadas de un lugar determinado, para ello usa métodos conocidos como geo codificación y geo codificación inversa.

La geo codificación es el proceso de convertir una dirección de un lugar en coordenadas de latitud y longitud. La geo codificación inversa consiste en procesar una latitud y longitud en una dirección.

La clase geocoder depende de un servicio back-end, es decir, depende de un proveedor de ubicación, el cual no se incluye en el núcleo de Android, si éste no es usado, los métodos no retornaran información.

### **Servicio Web**

Los servicios web sirven para intercambiar datos entre aplicaciones y utilizan estándares y protocolos. Para este trabajo utilizaremos SOAP y WSDL.

**SOAP:** (IBM, 2014; Castillo, n.d.) Simple Object Access Protocol (Protocolo de Arquitectura Orientada a Servicios) Es un protocolo de mensajería en formato XML, que forman la base de los servicio web. SOAP permite la comunicación consistente vía mensajes XML entre aplicaciones. Este tipo de mensajes es de una sola vía, un emisor SOAP a un receptor SOAP. Este servicio detalla el formato del mensaje, también la forma que las aplicaciones deben procesar ciertas características del mensaje como el encabezado, de esta manera permite que el mensaje pase por muchos intermediarios antes de su destino final.

**WDSL:** (IBM, 2014) Web Services Description Language (Lenguaje de descripción de los servicios web) define la forma que tomarán los mensajes y a donde serán enviados, así mismo describe qué hace el Servicio Web, cómo se comunica, y dónde se localiza.

### **Comunicación Bluetooth**

Esta es una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance y de precio muy bajo, es frecuentemente usado en teléfonos celulares, audífonos inalámbricos y computadoras portátiles. Está basado en el concepto de redes de área personal conocido como PAN por sus siglas en inglés. Funcionan en una banda de 2.4GHz y es de uso libre.

La comunicación Bluetooth define varios perfiles para la comunicación entre dispositivos, todos diseñados para cumplir con necesidades específicas. Para lograr la comunicación entre el dispositivo emisor de señales y el aplicativo MySoul se utiliza el perfil de comunicación serial (SSP) debido a que define protocolos y procedimientos que emulan la comunicación por medio de un cable serial tipo RS232. (J. Bray, 2001).

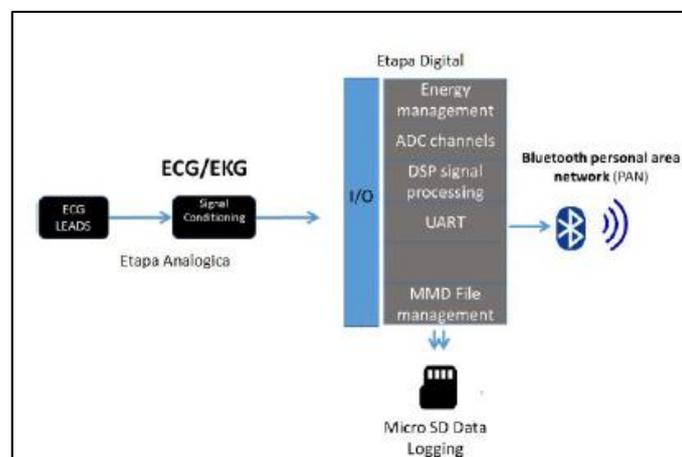
### **Dispositivo de adquisición de datos**

(Hinestroza, 2014, p. 57) Desarrolló un dispositivo de adquisición de datos, capaz de obtener las fisiologías básicas del corazón por medio de electrodos de polímero conductor, este consta de 2 etapas:

- La etapa analógica
- La etapa de conversión analógica/digital, almacenamiento y transmisión mediante bluetooth.

El dispositivo de captación de datos, se encuentra formado por un microchip denominado **dsPIC33FJ128**, que posee características tales como soporte de programación y depuración en circuito, alta velocidad de ejecución, manejos de archivos FAT. Este micro controlador se encarga de la digitalización y procesamiento de la señal, además permite almacenar y transmitir la información por bluetooth, utilizando módulos de almacenamiento para guardar los datos del procesamiento de la señal y luego otro modulo que permita la comunicación con el dispositivo Android. Ver Figura 11.

**Figura 11. Diagrama de bloques del dispositivo de adquisición de datos**

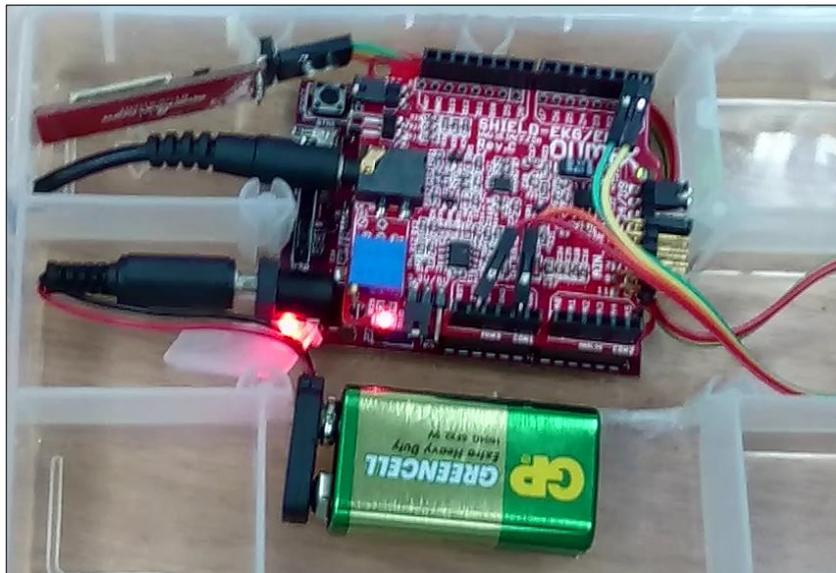


**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuentes:** (Hinestroza, 2014, p. 58)

El dispositivo de captación funciona con una entrada de energía de 9 Voltios, el cual tiene como duración estimada de 2 hora en monitoreo continuo. En este caso utilizaremos una batería. Ver Figura 12.

**Figura 12. Dispositivo de adquisición de datos**



**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuentes:** (Hinestroza, 2014, p. 89)

La tarjeta electrónica Bluetooth usada para la comunicación UART es de modelo RN-42, fue considerado por su fácil uso, bajo costo y bajo consumo energético. Soporta los 3 Mbps de velocidad de datos y tiene un alcance de 20 metros.

## **FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Basados en las leyes regidas en nuestro país y según la Constitución de la República del Ecuador del 2008, se citan algunos de los artículos relevantes para este trabajo:

**Art. 16.-** “Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:

Una comunicación libre, intercultural, incluyente, diversa y participativa, en todos los ámbitos de la interacción social, por cualquier medio y forma, en su propia lengua y con sus propios símbolos.”

### **Sección Segunda Tipos de Propiedad**

**Art. 322.-** Se reconoce la propiedad intelectual de acuerdo con las condiciones que señale la ley. Se prohíbe toda forma de apropiación de conocimientos colectivos, en el ámbito de las ciencias, tecnologías y saberes ancestrales. Se prohíbe también la apropiación sobre los recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agro-biodiversidad.

### **Sección Octava Ciencia, Tecnología, Innovación Y Saberes Ancestrales**

**Art. 385.-** El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

**Art. 386.-** El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporará a instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas, institutos de investigación públicos y particulares, empresas públicas y privadas, organismos no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales.

El Estado, a través del organismo competente, coordinará el sistema, establecerá los objetivos y políticas, de conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo, con la participación de los actores que lo conforman.

### **Sección Séptima Salud**

**Art. 32.-** “El Estado garantizará el derecho a la salud, su promoción y protección, por medio del desarrollo de la seguridad alimentaria, la provisión de agua potable y saneamiento básico, el fomento de ambientes saludables en lo familiar, laboral y comunitario, y la posibilidad de acceso

permanente e ininterrumpido a servicios de salud, conforme a los principios de equidad, universalidad, solidaridad, calidad y eficiencia.”

## **HIPÓTESIS**

¿Es posible mantener informado a los pacientes y médicos sobre un posible accidente cardiaco, utilizando procesos de alarma basados en LPM, mediante un dispositivo electrónico que transmite las pulsaciones del corazón a un dispositivo móvil inteligente, de tal forma que se pueda obtener un electrocardiograma vía online?

## **VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

Entre las variables de estudio que delimitaran el desarrollo del proyecto tenemos:

**Variable Independiente:** Latidos por Minuto (LPM)

**Variable Dependiente:**

- Visualización de notificaciones en tiempo real basadas en LPM.
- Tabla de frecuencia cardiaca en reposo según edad del paciente

## **DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**ECG:** Electrocardiograma, es la representación gráfica de la actividad cardiaca obtenida por medio de un electrocardiógrafo. (CPME, 2009)

**Electrocardiógrafo:** Dispositivo que capta las señales eléctricas generadas en la actividad del corazón. (CPME, 2009)

**Paciente:** Es la persona que sufre alguna dolencia o malestar, por lo cual busca asistencia de un profesional. (Real Academia Española, 2012)

**MySoul:** Aplicación que nació de un grupo de 20 docentes e investigadores de la universidad de Guayaquil que recibe un ritmo cardiaco, a través de un dispositivo electrónico que envía señales obtenidas del corazón a un teléfono celular, el cual se comparte con el médico de cabecera para realizar un diagnóstico oportuno. (Telégrafo, 2014)

**Android:** Es el sistema operativo fácil de usar y personalizable, que alimenta a millones de dispositivos en todo el mundo, desde teléfonos y tabletas a los relojes, la televisión, los coches y más por venir. (Android OS, n.d.)

**Smartphone:** Teléfono celular móvil con un sistema operativo avanzado que permiten utilizar las funciones básicas tanto de un teléfono como los de una computadora. (Hinestroza, 2014)

**Servicio Web:** En inglés *Web Service*, se la conoce como la tecnología que, haciendo uso de varios protocolos de comunicación, permite el intercambio de datos entre varias aplicaciones. (IBM, 2014)

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

##### **Modalidad de la Investigación**

La investigación, de **“La optimización de la plataforma para el registro y visualización de ECG en el sistema operativo Android: Mejora de la Visualización ECG en Tiempo Real”**, se basó en un enfoque propositivo. La investigación consistió en analizar el marco teórico sobre los trabajos previos al aplicativo MySoul.

##### **Tipo de Investigación**

El tipo de investigación a realizar es la de Proyectos Especiales los que Lidia Gutierrez Borobia, (2006 p.14). Define como, *“Trabajos que lleven a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados, o que respondan a necesidades e interés de tipo cultural...”*

Para Thais Escalona Rojas (Rojas, 2014) un proyecto especial, consiste en *“Diseñar algo que permita resolver un problema práctico, pero ese diseño no requiere de una investigación previa para ser elaborado, puesto que el diseñador basa su trabajo en su conocimiento profesional y en la experiencia previa”*.

A través de esta investigación se desea optimizar software tecnológico, incluyendo funcionalidades necesarias para una mejor interpretación de la información mostrada además de alertar y requerir atención en los casos que se ameriten.

**Características de los proyectos especiales:** Los proyectos especiales, en todos los casos deben incluir la demostración de la necesidad de la creación o de la importancia del aporte, según sea el caso, la fundamentación teórica, la descripción de la metodología utilizada y el resultado concreto del trabajo en forma acabada.

## **POBLACIÓN Y MUESTRA**

La presente tesis no implica realizar un análisis estadístico basándose en datos de población y muestreo, dado que parte de una plataforma existente y su objetivo es la de optimizar sus funciones, tomando en cuenta el cuadro de Matriz Variables (Ver Cuadro 2), y lograr implementar en su totalidad mejoras al sistema, en base a los código fuentes ya desarrollado.

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables de estudio consideradas para este trabajo se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2 Matriz de operacionalización de variables**

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas y/o Instrumentos
<p><b>V. Independiente</b>  <b>Latidos por Minuto (LPM)</b>                      Los LPM son el medio principal para el monitoreo de ritmos cardiacos y sirven esencialmente para el reconocimiento de patologías cardiacas.</p>	Información registrada en la forma de onda.	Conteo del segmento R presentes en la señal ECG	Proceso que calcula los LPM
<p><b>V. Dependiente</b>  <b>Visualización de notificaciones en tiempo real basadas en LPM</b>                      Alertas visuales mostradas al momento de presentarse una anomalía cardiaca como la taquicardia, bradicardia o asistolia.</p>	Alerta visuales con información del tipo de anomalía cardiaca	Número de LPM	Proceso para el cálculo de LPM en reposo
<p><b>V. Dependiente</b>  <b>Tabla de frecuencia cardiaca en reposo según edad del paciente</b>                      Número de pulsaciones mínimas y máximas de un ser humano en reposo y en esfuerzo físico.</p>	Pulsaciones mínimas y máximas permitidas de un ser humano en función de la edad	Edad del paciente monitorizado	Tabla estándar de LPM

**Elaboración:** Cristhian Villarroel Cruz

**Fuente:** Cristhian Villarroel Cruz

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

Se realiza un análisis en los archivos fuente del aplicativo MySoul desarrollado en el sistema operativo Android para identificar la ubicación y funcionamiento de los procesos principales involucrados en el desarrollo de este trabajo, con el objetivo de dar una respuesta a los fines de este proyecto.

### **Instrumentos de Investigación**

Se hace uso de los siguientes instrumentos de investigación:

1. Se utiliza el aplicativo MySoul, para el análisis de su código fuente y modificación de sus diversas clases.
2. Resumen de bibliografías obtenidas para el análisis y desarrollo tanto de las arritmias reconocidas, como las pulsaciones óptimas de cada persona, al igual que el desarrollo del servicio de notificaciones.
3. Investigación en la web de fuentes confiables mediante búsquedas realizadas en Google Académico.

### **Procedimientos de la Investigación**

Para la ejecución de este trabajo se consideró realizarlo en dos etapas, la primera consiste en un análisis de funcionalidad en base a los archivos fuentes entregados por Promeinfo del aplicativo MySoul.

La segunda etapa consta de las mejoras que se implementaron en el aplicativo. Partiendo de un análisis de ubicación de procesos medulares y funcionalidad se modifican los distintos ficheros para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos.

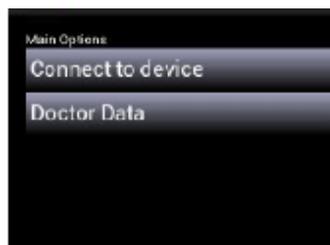
## **Recolección de la Información**

### **Fase 1. Análisis del software MySoul.**

La aplicación se encuentra compilada en la versión Android 2.3 y cuenta con las siguientes pantallas o activities:

**First Screen.**- Es la pantalla principal del aplicativo, muestran dos opciones ***Conectar con el dispositivo*** o ***Ingresar datos del doctor*** (para envío de correo electrónico). Al escoger la primera opción, esta actividad acciona la comunicación del dispositivo Android con el dispositivo de adquisición de datos, al no establecer una conexión exitosa la rutina de conexión emite un mensaje para reintentar conectarse. Ver figura 13.

**Figura 13. Menú principal MySoul 1era Versión**



**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuente:** Aplicativo MySoul (Hinestroza, 2014)

**Main Screen.**- La actividad Main Screen se muestra al haber establecido una conexión exitosa con el dispositivo de adquisición de datos, y es la que permite escoger el tipo de monitoreo que se realizara, puede ser en tiempo real o grabar un registro de ECG durante 1, 3 o 5 minutos. Ver Figura 14.

**Figura 14. Menú para monitoreo en tiempo real MySoul Versión 1**



**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuente:** Aplicativo MySoul (Hinestroza, 2014)

**Real Time Screen.**- Esta actividad muestra gráficamente los resultados recibidos por bluetooth anteriormente procesados y enviados por el dispositivo de adquisición de datos y permite visualizar la frecuencia cardiaca que se asocia con la señal. Ver Figura 15.

**Figura 15. Pantalla de monitoreo en tiempo real MySoul Versión 1**



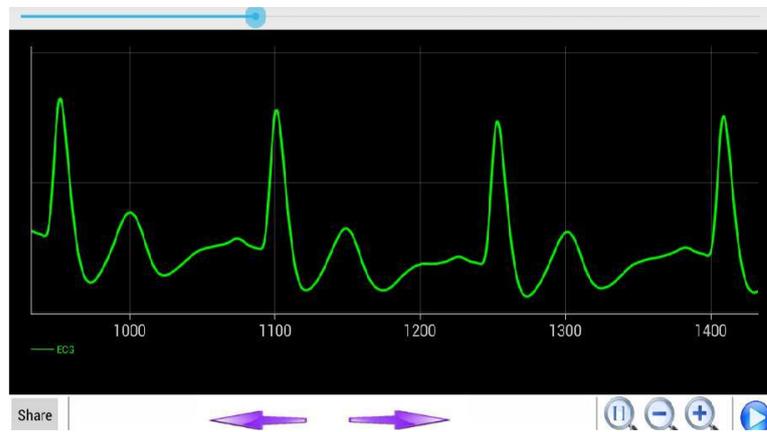
**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuente:** Aplicativo MySoul (Hinestroza, 2014)

**Signal Visualization Screen.-** En esta pantalla se permite visualizar un archivo con extensión .ecg creada específicamente para este aplicativo, el archivo debe estar almacenado. Esta pantalla se presenta al finalizar la captura de la señal iniciada desde el Main Activity en las opciones de 1, 3 o 5 minutos de grabación.

Al generar un archivo no es posible abrirlo desde el aplicativo, es necesario buscar el archivo y ejecutarlo con el aplicativo. Ver Figura 16.

**Figura 16. Visualización de ondas almacenadas MySoul Versión 1**



**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuente:** Aplicativo MySoul (Hinestroza, 2014)

Esta pantalla de visualización de señales, también permite la interacción con la gráfica, como ampliar la señal, retroceder, adelantar y poder reproducirla como si estuviera siendo captada en tiempo real, además tiene un botón **share** que permite el enviar por mail la onda visualizada.

**Send Signal Screen.-** Esta actividad presenta un formulario para el envío de la señal por correo electrónico, como correo del destinatario y el archivo de la señal adjunta.

La estructura del software consta con los siguientes paquetes en la carpeta src:

1. **com.medical.android.doctortools:** Sirve como adaptador de listas.

2. ***com.medical.android.livepulse***: Se encuentran las diferentes actividades mostradas en el aplicativo como: registrar datos de paciente, visualización en tiempo real, visualización de señal en tiempo diferido y pantalla de envío de mail.
  
3. ***com.medical.android.tools***: *Sirve como repositorio de procesos y funciones tales como: funciones de graficación de onda, configuración y conexión bluethooth, envío de mail, lectura de fichero de datos almacenados.*

### **Conexión Por Bluethooth**

La conexión por bluethooth se realiza por medio una librería llamada Android.bluetooth, el cuál tiene métodos aislados en una única clase de conexión denominada Bluetooth.java.

Para evitar que la aplicación se conecte por error a otro dispositivo bluethooth, se define la dirección MAC del prototipo de adquisición de datos y se la define en la rutina ***connecttoDevice***.

**Figura 17. Segmento de conexión bluetooth de MySoul**

```
public void connecttoDevice() {
    try {

        BluetoothAdapter myAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
        dispositivo = myAdapter.getRemoteDevice("00:06:66:44:EB:4C");

        socket = dispositivo.createRfcommSocketToServiceRecord(UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-000000000000"));

        Method m = dispositivo.getClass().getMethod("createRfcommSocket", new Class[] {
            BluetoothSocket.class, Integer.class
        });
        socket = (BluetoothSocket) m.invoke(dispositivo, Integer.valueOf(1));

        socket.connect();
    }
}
```

**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuente:** Aplicativo MySoul (Hinestroza, 2014)

La Figura 17 muestra la rutina de conexión del aplicativo con el dispositivo de adquisición de datos, en donde el socket usa el identificador único de servicio para SPP en el estándar bluetooth.

### **Análisis de Procesos y Funciones Destinados a la Visualización de un ECG en Tiempo Real.**

En el paquete **livepulse** se encuentran diferentes ficheros de actividades entre los cuales consta de un fichero inicial de arranque "*FirstActivity.java*" definido en el fichero de configuración "*AndroidManifest.xml*". Además se encontraron "*WaveActivity.java*" y "*RTWaveActivity.java*" mediante su revisión se notó invocaciones a procesos y funciones de graficación de onda de su repositorio tool, y como su nombre en español lo indica "Actividad de Onda", que posteriormente dando seguimiento al fichero "*FirstActivity.java*" que refiere al menú principal se logra identificar como:

WaveActivity: Actividad destinada a la graficación y visualización de onda en tiempo diferido por medio de la lectura de un archivo con extensión .ecg codificado en una cadena hexadecimal.

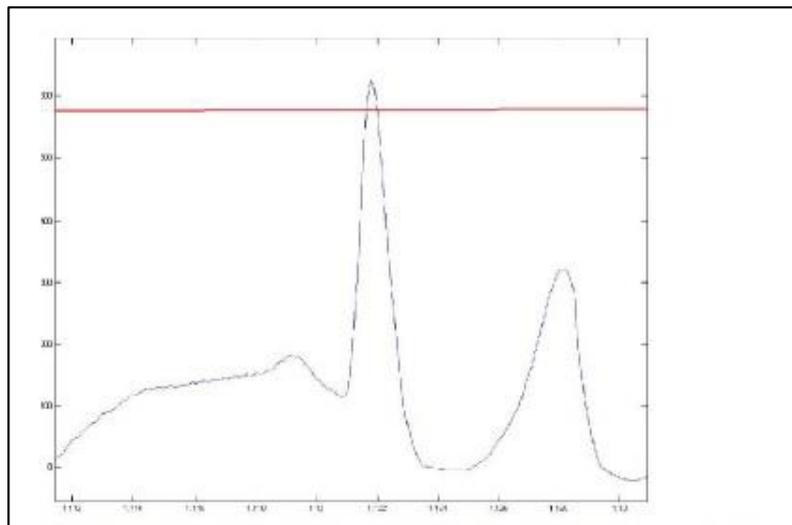
RTWaveActivity: Es invocado desde “*FirstActivity*”, esta actividad permite iniciar los recursos necesarios mediante el uso del fichero “*SignalRTView.java*” ubicado en el paquete tool y recibir mediante bluetooth la onda emitida por el dispositivo de transmisión de señales, con ello poder realizar el grafico de onda. Además incluye algoritmos importantes para determinar la frecuencia cardiaca o LPM en base a los datos de la señal recibida.

El método *MyDraw* definido dentro del fichero RTWaveActivity, grafica la señal cada 10 ms punto a punto en la pantalla, obteniendo los datos de un buffer donde se almacenan los datos recibidos por el dispositivo. La señal no se dibuja por tiempo prolongado, es decir, una vez que los puntos graficados horizontalmente alcanzan el borde de la pantalla esta se limpia y vuelve a dibujar al inicio de la pantalla.

**Algoritmo Para El Cálculo De LPM:** Este algoritmo se basa en un detector QRS desarrollado por Furno y Tompkins en 1982, que básicamente utiliza el reconocimiento de patrones que representan la forma de onda ECG (Furno, pp. 155,58). El proceso toma como base la secuencia de valores

que representan la señal, el algoritmo fija como referencia una magnitud de onda de 100 mV denominada umbral, fijada a partir de una señal grabada en la memoria SD del dispositivo, de modo que cualquier valor por encima de este sea considerado como pulso, cuando la resta de dos valores consecutivos haga un cambio de signo como lo muestra la Figura 18.

**Figura 18. Señal de muestra usada en algoritmo de cálculo LPM**



**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuente:** Tesis MySoul (Hinestroza, 2014, p. 111)

La Figura 17 fue tomada del documento de tesis de José Hinestroza debido a que el timer 1 del microprocesador analógico/digital del dispositivo tiene configurado un tiempo de periodo para una frecuencia de 512Hz.

La Figura 19 muestra el segmento de código que realiza este cálculo del pulso:

**Figura 19. Algoritmo para detección de pulsos validos**

```
private void registerHeartRate(Canvas canvas, int pulse) {
    int dif;

    if (pulse > UMBRAL) {
        dif = backPulse - pulse;
        backPulse = pulse;
        if (dif >= 0 && band == true) {
            storePulse(canvas);
            band = false;
        }
    }
    else {
        backPulse = 0;
        band = true;
    }
    stepCount++;
}
```

**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuente:** Tesis MySoul (Hinestroza, 2014)

En la secuencia de código mostrada, la variable **stepCount** se utiliza para guardar la cantidad de valores registrados entre cada pulso, es decir, el periodo entre R-R de la señal. Con esto se obtiene:

$$\text{Frecuencia} = 1 / \text{periodo}$$

Una vez calculada la frecuencia se calcula el valor de frecuencia instantánea usando el valor de muestreo definido como referencia, luego multiplicando por 60 se obtiene la frecuencia cardiaca o LPM, la representación gráfica se puede ver en la Figura 20.

**Figura 20. Representación de la fórmula para el cálculo de LPM**

$LPM = \left( \frac{1}{\left( \text{stepCount} * \frac{1}{512} \right)} \right) * 60$
StepCount = numero de muestras registradas entre un segmento R-R
512 = frecuencia de muestreo del convertidor analógico/digital

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Tesis MySoul (Hinestroza, 2014, p. 113)

La rutina que utiliza el aplicativo para el cálculo de LPM se puede ver en la Figura 21.

**Figura 21. Algoritmo para el cálculo de LPM**

```
private void storePulse(Canvas canvas) {
    int i;
    double sum=0;
    double bpm = (1/(stepCount * BPM_CONST))*60;

    if (bpm > 60 && bpm < 215) {
        pulseRegister[idxPulseRegister] = bpm;
        idxPulseRegister = (idxPulseRegister + 1) % 5;

        for (i=0; i<5; i++) {
            sum += pulseRegister[i];
        }
        sum /= 5;
        if (sum > 60)
            textBPM.setText(String.valueOf((int)sum));
    }
    stepCount = 0 ;
}
```

**Elaborado:** José Hinestroza

**Fuente:** Tesis MySoul (Hinestroza, 2014)

## PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

### Fase 2. Implementación de mejoras al aplicativo MySoul.

El reconocimiento de un grupo de patologías implica obtener datos relevantes que sirvan directamente a este propósito, una forma de reconocerlas es en base al número de pulsaciones cardiacas óptimas que debe tener una persona, estas son calculadas en función a su edad.

Para obtener la funcionabilidad en el aplicativo MySoul de reconocer un grupo de patologías, se modificó funciones existentes en el código del programa actual, además se implementan clases y métodos.

### Modificación de fichero androidmanifest.xml

En el fichero androidmanifest.xml se crean permisos para el uso de recursos propios del dispositivo, como sistema GPS, sistema de vibración, además de nuevas actividades, para que la aplicación tenga acceso a los recursos mencionados.

Los permisos creados se muestran en la Figura 22.

**Figura 22. Permisos otorgados al aplicativo**

```
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION"/>
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_LOCATION_EXTRA_COMMANDS"/>
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_LOCATION_READ_LOGS"/>
<uses-permission android:name="android.permission.VIBRATE"/>
```

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

### **Diseño y estructura de la aplicación.**

Se crea una nueva interfaz gráfica más amigable con el usuario, además cuenta con nuevos campos de registro obligatorios para así obtener los valores óptimos de frecuencia cardíacas mediante la data ingresada.

### **Menú inicial y opciones del paciente.**

Inicialmente se debe registrar el usuario que será monitoreado, si en el aplicativo no existen usuarios registrados, no se podrá iniciar la función de monitoreo en tiempo real.

El paciente deberá registrar sus datos en el aplicativo y este podrá calcular y establecer su frecuencia cardíaca óptima, información necesaria para el reconocimiento de arritmias y posterior envío. Se mostrara la pantalla de registro de pacientes.

Para establecer rango de latidos cardiacos óptimos se crean dos funciones que trabajan en conjunto “**CalcularEdad**” y “**OptimoBpm**” ubicadas en la actividad MySoulUserActivity.

**CalcularEdad** define la edad exacta en base a la fecha de nacimiento, y la devuelve en años o meses.

**OptimoBpm** Toma la edad y devuelve las frecuencias óptimas en base a la escala definida en el cuadro de Frecuencias cardiacas en Reposo. Además esta misma función dependiendo de la condición “Deportista” o “No Deportista” del paciente, establece FCMax para una captura de onda para cuando se encuentre en actividad física.

Para el cálculo de frecuencia cardiaca se establecen los siguientes campos obligatorios:

- Fecha de Nacimiento
- Condición Física

Al establecer la fecha de nacimiento se calcula la edad y posteriormente su frecuencia mínima y máxima en base a la tabla de frecuencia cardiaca en reposo estándar definida anteriormente.

Para el cálculo de **FCMax** se establece según la fórmula obtenida en el estudio sobre Modelado Longitudinal de la relación entre la edad y la frecuencia cardíaca máxima (Gellish RL, Goslin BR, Olson RE, McDonald A, 2007) el cual examina la relación longitudinal entre edad y frecuencia cardiaca durante el ejercicio, tomando en cuenta estudios transversales que demuestran una disminución lineal en la frecuencia cardiaca máxima durante el ejercicio a medida que aumenta la edad.

$$FCMax = 207 - (0.07 * edad)$$

El segmento de código que realiza cálculo de la frecuencia cardiaca óptima se representa en la Figura 23.

**Figura 23. Rutina para establecer LPM óptimos**

```
if (tipoEdad.equals("Meses")){  
  
    if (age>=0 && age<=3){  
        minOptimoBpm = "100";  
        maxOptimoBpm = "150";  
    }else if (age>3 && age<=6){  
        minOptimoBpm = "90";  
        maxOptimoBpm = "120";  
    }else if (age>6 && age<=12){  
        minOptimoBpm = "100";  
        maxOptimoBpm = "160";  
    }  
  
}else if(tipoEdad.equals("Años")){  
  
    if (age>=1 && age<=10){  
        minOptimoBpm = "70";  
        maxOptimoBpm = "130";  
    }else if (age>=11){  
        minOptimoBpm = "60";  
        maxOptimoBpm = "100";  
    }  
  
    FCMax = Integer.valueOf((int)(207 - (0.7*age)));  
  
}else if(tipoEdad.equals("Deportista")){  
  
    minOptimoBpm = "40";  
    maxOptimoBpm = "60";  
    FCMax = Integer.valueOf((int)(207 - (0.7*age)));  
    tipoEdad="Años";  
  
}
```

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

Una vez ingresados los datos respectivos, la pantalla muestra en la parte inferior su frecuencia óptima. Ver Figura 24.

**Figura 24. Interfaz para registro de pacientes**

Datos del Paciente	
Nombres	crishian
Apellidos	villarroel
No. Identificacion	0923520480
Fecha de Nacimiento (Dia-Mes-Año)	11/05/1986
Edad	29 Años
Actividad Física	<input type="radio"/> Deportista <input checked="" type="radio"/> No Deportista
Frecuencia Cardiaca Reposo y Deportiva	
FCR min	60 - maximo 100 FCMaX186
Medicacion	aspirina
Telefono	09238877
Telefono de Familiar	2938388
E-mail	cvillarroelcruz@gmail.com
Direccion	Floresta 1
	<input checked="" type="radio"/> Masculino <input type="radio"/> Femenino

**Elaborado:** Crishian Villarroel

**Fuente:** Crishian Villarroel

En esta versión se no se registra información referente al médico, debido que al tener el usuario y sus datos clínicos en la nube, al momento de enviar notificaciones, solo será necesario el número cédula del paciente. Así el servicio de notificación podrá identificar en la red Promeinfo el médico al que deberá enviar la alarma.

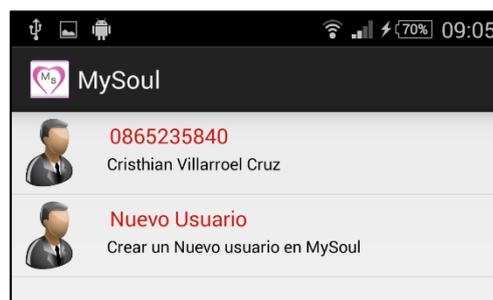
Los datos mostrados serán almacenados en la base de datos de red Promeinfo y adicionalmente en la memoria del dispositivo móvil, lo que lleva a realizar cambios en la actividad “*UserActivity.java*” y la clase “*FileManager.java*”

En ambos ficheros se adicionan campos al archivo interno de configuración “userdata.txt” descritos a continuación:

- Medicación: medicación adicional del paciente enviada al médico, en caso provisional.
- BpmMin: mínima frecuencia cardiaca considerada.
- BpmMax: máxima frecuencia cardiaca considerada.
- Actividad Física: estado de actividad física, Si es deportista o no.

Luego del registro del paciente se mostrará la pantalla inicial de los usuarios reconocidos por el dispositivo, como lo muestra la Figura 25.

**Figura 25. Interfaz Nuevo Usuario**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

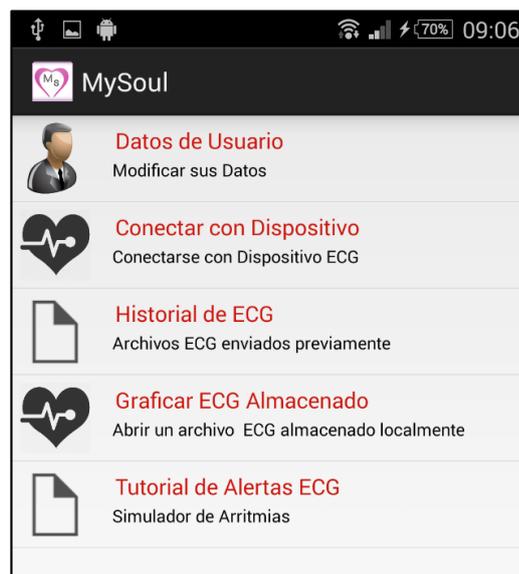
**Fuente:** Cristhian Villarroel

El menú principal de cada paciente registrado cuenta con las siguientes opciones: Ver Figura 26.

- **Datos de Usuario:** Modifica los datos ingresados

- **Conectar con Dispositivo:** Permite la conexión con el dispositivo emisor de pulsos.
- **Historial de ECG:** Muestra los archivos ECG capturados y enviados a la base de datos en la nube.
- **Graficar ECG almacenado:** Busca y visualiza un ECG almacenado en la memoria del dispositivo.
- **Tutorial de Alertas ECG:** Muestra una onda ECG predefinida en la cual mostrara los tipos de arritmias que puede reconocer en tiempo real, de acuerdo con los latidos óptimos del paciente.

**Figura 26. Interfaz Principal del Usuario**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

### **Datos de usuario**

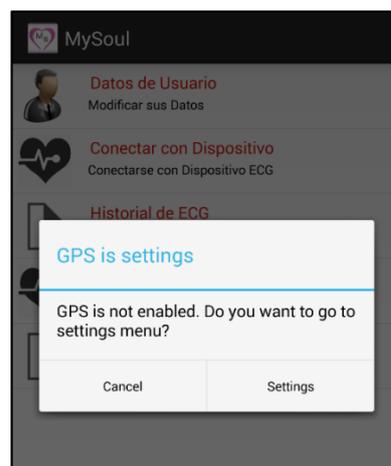
Esta opción permite actualizar los datos ya ingresados.

### **Conectar con dispositivo (real time)**

Esta versión incluye la función de notificación al médico configurado en la historia clínica del paciente sobre la anomalía en el ritmo cardiaco presentado y estableciendo su posicionamiento actual. Para ello en este modo antes de conectarse al dispositivo emisor de señal, se verifica que el GPS se encuentre encendido, para extraer la ubicación antes del monitoreo. Ver Figura 27.

Una vez establecida la ubicación se define el modo de monitoreo que se requiera, entre las opciones de *Reposo* y *Deporte*. Ver Figura 28.

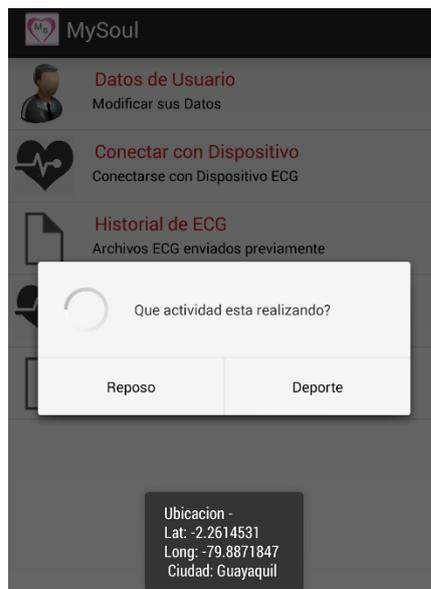
**Figura 27. Activación de GPS**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

**Figura 28. Elección del modo de monitoreo**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

**En modo de Reposo:** Los LPM recibidos se evalúan de acuerdo a un rango de frecuencia establecida como optima en base a la rutina optimoBPM.

**En modo Deporte:** Los LPM recibidos se evalúan con la frecuencia mínima establecida por la rutina optimoBPM y la frecuencia máxima definida por la fórmula FCMax en actividad física, basada en la edad.

Para que el dispositivo pueda detectar las frecuencias cardiacas según el modo de monitoreo, se realizaron cambios al algoritmo que calcula los LPM y al valor constante del Umbral.

## Cambios en el algoritmo de cálculo LPM

Se estableció un cambio a la fórmula original, debido a que esta solo tomaba pulsaciones mayores a los 60 y menores a 215, dejando fuera las pulsaciones que describirían una bradicardia o su vez una asistolia. Ver Figura 29.

**Figura 29. Algoritmo para el cálculo de LPM (Modificado)**

```
private void storePulse(Canvas canvas) {
    int i;
    double sum=0;
    double bpm = (1/(stepCount * BPM_CONST))*60;

    if (bpm >= 0 && bpm < 215) {
        pulseRegister[idxPulseRegister] = bpm;
        idxPulseRegister = (idxPulseRegister + 1) % 5;

        for (i=0; i<5; i++) {
            sum += pulseRegister[i];
        }
        sum /= 5;
        contBPM++;

        if (contBPM==5 || PrimerLatido){
            textBPM.setText(String.valueOf((int)sum));
            PrimerLatido=true;
            String tipo=VALertas.SensoDeAlertas(Integer.valueOf(textBPM.getText().toString()));
            textAlertas.setText(tipo);
        }
    }

    stepCount = 0 ;
}
```

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

Cabe mencionar que el algoritmo de cálculo de LPM esta codificado en cada fichero que lo necesite, de manera que este cambio no afecta a otras opciones.

- Cambios en la constante **UMBRAL**

Esta constante es utilizada para el reconocimiento de los intervalos R-R de la señal obtenida. El dispositivo de pulsaciones consta de mejoras en cuanto a su hardware por lo que produjo un leve cambio en el valor tope que reconocía cada pulso R. Lo cual afectaba directamente la rutina de registro de pulsaciones "**regiterHeartRate**" tomando muchos valores no considerados como pulsos válidos y generando LPM incoherentes a la señal obtenida. Para corregir este inconveniente se elevó el valor definido en el umbral que representa la magnitud de onda, recuperando así pulsaciones más acordes con la gráfica mostrada.

El valor del umbral fue obtenido en base a la rutina que grafica la señal en tiempo real, considerando un análisis previo, el cual denota que si el valor del pulso sobrepasa el valor definido en el umbral es considerado como pulso valido y grafica el segmento de onda con un color diferente.

Se establece un umbral con valor más alto, debido que la magnitud de onda emitida por el dispositivo de pulsaciones es mucho mayor que la versión original. Al realizar este cambio la rutina "**regiterHeartRate**" considerará pulsaciones más altas, logrando calcular una frecuencia cardiaca más coherente con la señal de ECG mostrada.

Para llevar a cabo el reconocimiento de las arritmias estudiadas se implementan las clases “*MySoulVisualizaAlertas.java*” y “*MySoulGPS.java*”.

### **Clase MySoulVisualizaAlertas.java**

Esta clase contiene los procesos principales para desencadenar el reconocimiento las arritmias, emitir las alertas al paciente y notificar al médico sobre la alarma:

**ReadData:** Obtiene los latidos óptimos establecidos para el paciente.

**Sensor de Alertas:** Mediante esta rutina se calcula si el valor obtenido del algoritmo de LPM está entre el rango permitido de latidos del paciente, el disparo de las alertas es dependiente si la lectura del ECG es en ***actividad de Reposo*** o ***actividad Deportiva***.

Al considerar que la frecuencia cardiaca recibida no está en el rango permitido esta dispara las alertas correspondientes y genera un proceso independiente encargado de notificar al médico sobre el problema suscitado y la ubicación exacta del paciente mediante el uso del GPS. Ver Figura 30.

**Figura 30. Rutina para el disparo de alertas**

```
public String SensoDeAlertas(int bpm){

    String minOptimoBpm = MySoulVisualizaAlertas.minOptimoBpm;
    String maxOptimoBpm = MySoulVisualizaAlertas.maxOptimoBpm;
    Patologia = "";
    mensajeDeAlerta = "";

    if(bpm < Integer.valueOf(minOptimoBpm) && bpm != 0){

        Patologia = "BRADICADIA";
        mensajeDeAlerta = "Ritmo Cardiaco Lento";

        if(!EnvioNotificacion){
            DisparaAlertas();
            ServicioWeb();
            EnvioNotificacion=true;
        }
        return Patologia;

    }else if (bpm > Integer.valueOf(maxOptimoBpm)){

        Patologia = "TAQUICARDIA";
        mensajeDeAlerta = "Ritmo Cardiaco Acelerado";

        if(!EnvioNotificacion){
            DisparaAlertas();
            ServicioWeb();
            EnvioNotificacion=true;
        }
        return Patologia;

    }else if (bpm == 0){

        Patologia = "ASISTOLIA";
        mensajeDeAlerta = "Sin Latidos Cardiacos";

        if(!EnvioNotificacion){
            DisparaAlertas();
        }
    }
}
```

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

### **Implementación de servicio web**

La notificación al médico se la realiza mediante un servicio web, que implementa tecnología SOAP. Para realizar las comunicaciones entre la aplicación MySoul y el servicio web, es necesario instalar el plugin Ksoap para Android, el cual permite la invocación de manera sencilla a las capacidades implementadas en el webservice.

La estructura del método que invocará la capacidad del webservice será:

- El tipo de arritmia presentada
- El identificador del dispositivo móvil
- Número de identificación del paciente
- Medicina del paciente
- Ciudad de donde emite la alerta
- Longitud de la ubicación
- Latitud de la ubicación
- Un segmento de la onda presentada.

El siguiente segmento de código (Figura 31) define la ruta y nombre de la capacidad que se usarán en el servicio web.

**Figura 31. Rutas del servicio web**

```
String namespace = "http://servicio.ws.mysoul.edu.ec/";  
String Metodo = "crearNotificacion";  
String accionSoap = "http://servicio.ws.mysoul.edu.ec/ServicioWsMySoul/crearNotificacion";  
String url = "http://192.168.0.101:8081/ws-mysoul/WsMySoulServicio/ServicioWsMySoul?wsdl";
```

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

### **Implementación MYSOULGPS.java**

Esta clase está dedicada a la interacción del aplicativo con el sistema de posicionamiento del dispositivo móvil, en ella se encuentran rutinas para la activación del GPS y obtención de la ubicación exacta. Ver Figura 33

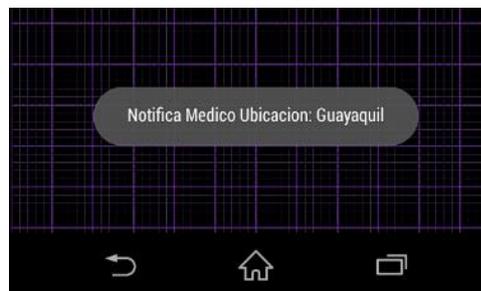
**Figura 32. Rutina de reconocimiento de arritmias en ejecución**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

**Figura 33. Simulación de envío de coordenadas ubicación al médico**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

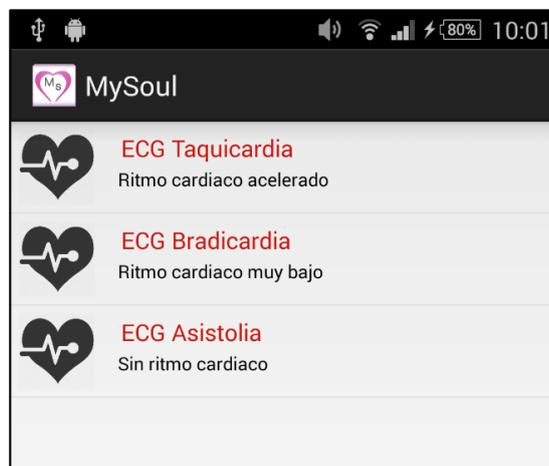
**Fuente:** Cristhian Villarroel

En la figura 32 se puede observar el funcionamiento de la rutina “*SensorDeAlertas*” reconociendo una patología en un dispositivo Android, el cual está recibiendo datos de la señal de ECG por medio de Bluetooth desde el dispositivo de adquisición de datos.

### **Implementación de un simulador de ondas cardiacas.**

Para la verificación de las funciones de reconocimiento de arritmias, se implementa un simulador para cada patología estudiada, tomando como base principal los datos de LPM establecidos para cada paciente registrado. Este simulador fue diseñado para certificar cada función que genere una alarma de emergencia que podría presentarse en condiciones reales. Ver Figura 34.

**Figura 34. Menú del simulador de arritmias**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

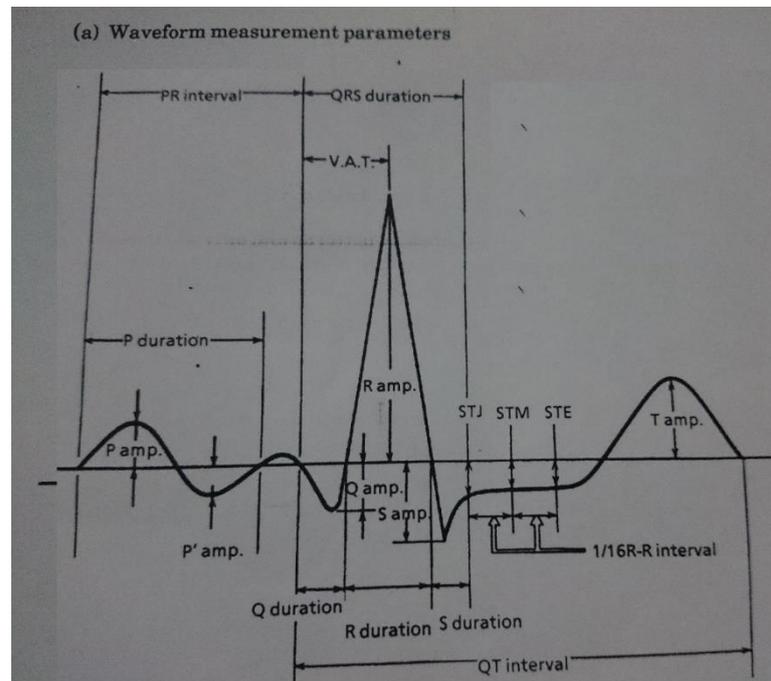
**Fuente:** Cristhian Villarroel

### **Gráfica de onda normal**

Para graficar la señal normal de un ECG se toma como base la onda mostrada en el manual de electrocardiógrafo Nihon Kodhen. (Ver Figura 35). Para la cual se utilizó librerías graficas del sistema Android,

específicamente la librería “Plot” por su fácil manejo en sistema de coordenadas.

**Figura 35. Forma de onda básica de un electrocardiograma**



**Elaborado:** Manual Nihon Kohden Cardiofax

**Fuente:** Manual Nihon Kohden Cardiofax 9620L. p6

Las señales presentadas están formadas por un mismo patrón repetitivo, controlados por procesos independientes temporizados o también llamados “hilos”. Cada desplazamiento del patrón se lo define en 200mm, no se utiliza la velocidad normal del electrocardiógrafo debido a que 25mm no es una velocidad óptima para su visualización en un dispositivo móvil.

Para realizar la simulación, se crea una onda de ECG en base a coordenadas (Ver anexo # 3, Cuadros 5, 6 y 7) utilizando la librería gráfica de AndroidPloP.

Para lanzar las alertas se establece los mismos criterios de control definidos en el modo Real Time. Inicialmente se verifican que el sistema de posicionamiento GPS se encuentre activo para así extraer y almacenar temporalmente la ubicación, posterior se confirma el modo de monitoreo relacionado con la actividad física que se esté efectuando para determinar el rango de frecuencia cardiaca óptima.

Los LPM mostrados en pantalla son fijos pero se establece el mínimo y máximo de latidos permitidos que fueron configurados previamente al registrarse. El máximo de latidos se simulará en relación al modo de monitoreo escogido, es decir, en modo de Reposo se fijara el máximo LPM de acuerdo a la tabla de frecuencia cardiaca. En modo Deporte se fijará los LPM máximos según la fórmula  $FC_{Max}$ .

Cabe mencionar que en el desencadenamiento de eventos para las alertas y notificaciones se usan los métodos destinados al monitoreo en tiempo real.

La simulación de una onda normal se presenta en la Figura 36:

**Figura 36. Simulación de una onda ECG normal.**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

El disparo de alertas en los diferentes casos de arritmias como la taquicardia y bradicardia obtienen un límite tope de LPM tomados de las frecuencias establecidas para cada paciente, tanto en modo de reposo como en el modo de deporte o actividad física.

Al simular la arritmia se incrementa o disminuye un 20% de su frecuencia normal permita, suponiendo que el paciente oscila entre los 28 años de edad, se establece como condición física "No Deportiva", lo cual definió su frecuencia cardiaca optima en 60 y 100 LPM en estado de reposo, y 187 LPM al realizar actividad física.

### Simulación de bradicardia

Para dibujar una bradicardia, se utilizan las coordenadas establecidas en el anexo # 3, Cuadros 8, 9 y 10. Al ejecutar la simulación en modo de reposo se disminuirá un 20% de los 60 latidos mínimos permitidos, ocasionando que los procesos de alertas y notificaciones se disparen, como lo muestra la figura 37.

**Figura 37. Simulación de una bradicardia**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

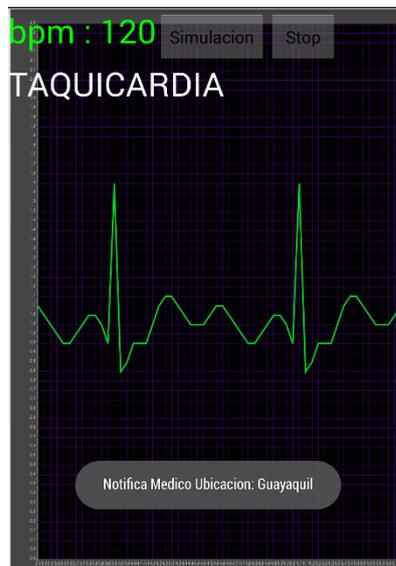
En el ejemplo se muestran 40 LPM para una persona que estableció condiciones "No Deportivas", en el caso de haber definido en su registro un estado físico de "Deportista" las condiciones de alertas no las hubieran considerado como un problema cardiaco, debido a que sus frecuencias son mucho más bajas que una persona no deportista.

## Simulación de taquicardia

Continuando con el ejemplo, se establecen dos frecuencias máximas, las cuales serán consideradas según el modo de monitoreo escogido (“Reposo” o “Deportivo”).

- Reposo: En este modo se considerará la frecuencia de 100 LPM para lo cual el simulador incrementará un 20% a su frecuencia óptima que se muestra en la Figura 38.

**Figura 38. Simulación de una taquicardia modo Reposo**

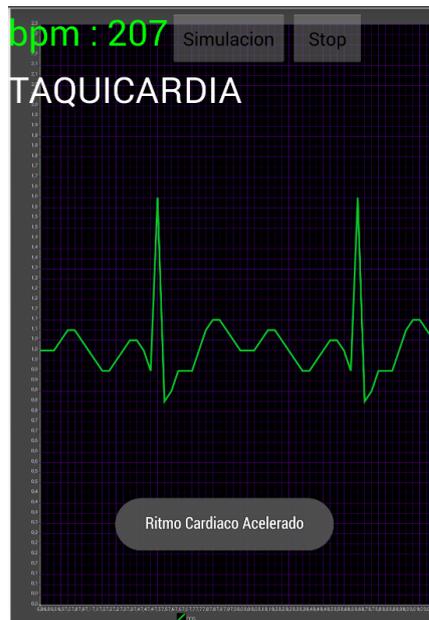


**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

- Deportivo: En este modo de monitoreo la frecuencia máxima es la establecida por la fórmula  $FC_{Max}$  de acuerdo a la edad del paciente. Así mismo incrementando un 20% de su frecuencia para disparar las alertas. Ver Figura 39

**Figura 39. Simulación de una taquicardia modo Deportivo**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

### **Simulación de asistolia**

Esta señal es fácil de reconocer, conocida como flat line en términos médicos, ya que carece de algún pulso del corazón, el aplicativo levantará las alertas siempre que se presente una señal como esta, además cabe indicar que debió presentarse al menos un registro de LPM, esta condicionante es considerada tanto en la simulación como en la lectura de la señal en tiempo real. No depende de la frecuencia cardiaca mínima y máxima solo tan solo de ausencia de latidos. La simulación se presenta en la Figura 40.

**Figura 40. Simulación de una asistolia**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

## CAPÍTULO IV

### MARCO ADMINISTRATIVO

Este capítulo detalla los aspectos administrativos y de control, como se describen a continuación:

#### **Los Recursos**

**Recursos humanos.**- Un desarrollador-Investigador e informantes del proyecto (Directivos, Técnicos en equipos de Cardiología).

**Recursos institucionales.**- Universidad de Guayaquil, Programa PromelInfo (Aplicativo MySoul y Prototipo Emisor de Pulsaciones)

**Recursos materiales.**- Hojas, plumas, cartuchos de tinta, etc.

**Recursos técnicos.**- Laptops, Impresoras, software de aplicativo MySoul, software de desarrollo Android, software de aplicaciones ofimáticas, internet.

**Recursos financieros.**- El proyecto fue financiado con recursos propios los cuales alcanzaron un valor de \$1.300.00.

El total de egresos se lo puede ver en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Detalle de Egresos del Proyecto**

DETALLES	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Suministros de oficina	3	Resma	5.00	15.00
Suministros de computación	4	Cartuchos negro y color	20.00 22.00	84.00
Fotocopias	232	Copias	0.05	11.6
Computadora y servicios de Internet	60	Horas	1.03	61.94
Movilización				150.00
<i>Empastado, anillado de tesis de grado</i>				<i>180.00</i>
Laptop	1	Portátil	750.00	750.00
Alimentación			60.00	60.00
Imprevisto 5%			80.00	80.00
<b>TOTAL</b>				<b>1,211.6</b>

**Elaboración:** Cristhian Villarroel Cruz

**Fuente:** Cristhian Villarroel Cruz

## **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Se detalla el cronograma de actividades con las tareas y diagrama de Gantt con el tiempo que se requirió en el desarrollo de este trabajo. Ver el anexo # 4. Figura 42.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

El estudio de “La optimización de la plataforma para el registro y visualización de ECG en el sistema operativo Android: Mejoras de la visualización ECG en tiempo real”, se enfocó en aplicar nuevas funcionalidades para el aplicativo MySoul, de forma que este pueda detectar arritmias cardíacas como taquicardia, bradicardia y asistolia, mediante los datos recibidos por un dispositivo de captación de signos vitales, con el objetivo de emitir alertas que informen de la arritmia a la persona monitorizada y a su médico de cabecera, utilizando mensajes audiovisuales y procesos online conectados con el servidor web de Promeinfo, quien se encargará de remitir las notificaciones al médico.

Los objetivos específicos planteados para este trabajo fueron los siguientes:

- Análisis del código fuente del aplicativo MySoul.
- Reconocimiento de señales de ECG tipo taquicardia, bradicardia y asistolia en base a los LPM.
- Implementar alertas de emergencia destinadas al paciente de una arritmia presentada en tiempo real.
- Envío de notificaciones al médico sobre el problema cardíaco presentado en el paciente.

A continuación se mencionan el resultado obtenido por cada objetivo específico:

### **Análisis del código fuente del aplicativo MySoul.**

Teniendo en consideración que uno de parámetros fisiológicos de gran importancia para el disparo de alarmas de emergencia es la frecuencia cardiaca, se realizó un análisis sobre el código del aplicativo MySoul, relevantes al monitoreo de señales de ECG en tiempo real, y los principales métodos, logrando ubicar en su código procesos y funciones utilizados para capturar los datos del paciente como para el cálculo de frecuencia cardiaca, de esta manera se incluir nuevos parámetros que dan la funcionalidad al software MySoul de realizar disparo de alertas de emergencia.

Los parámetros incluidos fueron utilizados para el desarrollo de la etapa 2 de las mejoras propuestas.

Adicional al análisis del aplicativo MySoul se recopiló información necesaria para el reconocimiento de arritmias cardiacas, establecer los latidos óptimos de un paciente en base a su edad, la forma de onda de las arritmias taquicardia, bradicardia y asistolia para crear un simulador de arritmias logrando crear un ambiente de alerta en base a los latidos óptimos establecidos para cada paciente.

## **Reconocimiento de señales de ECG tipo taquicardia, bradicardia y asistolia en base a los LPM.**

La información obtenida de fuentes bibliográficas referentes a las enfermedades del corazón, como la MD health.com, permiten conocer mediante una tabla de valores general, como establecer un ritmo cardiaco óptimo basado en la edad de la persona y su condición física. De la misma forma un estudio Modelado Longitudinal de la relación entre la edad y la frecuencia cardíaca máxima realizado por especialistas de la Universidad de Oakland, establece una ecuación matemática en base a la edad, que permite obtener la frecuencia cardiaca máxima al realizar actividades físicas.

Fuentes bibliográficas también permitieron reconocer los principales tipos de arritmias cardiacas, su forma de onda y características en común que permitan su agrupación, tal como los tipos de taquicardia que se caracterizan por un ritmo cardiaco acelerado sobrepasando los 100 LPM en estado de reposo. De la misma manera las bradiarritmias se caracterizan por un ritmo cardiaco muy lento, inferiores a los 60 LPM.

Los conceptos investigados permitieron a este trabajo desarrollar un conjunto de procesos que establezcan las pulsaciones recomendadas para cada paciente registrado en el aplicativo MySoul, valores que serán usados como rango mínimo y máximo en los LPM enviados por el dispositivo de

captación de datos en tiempo real y reconocer el tipo de arritmia se está presentando. Para el proceso de reconocimiento de arritmias se modifican las funciones que realizan el cálculo de LPM en tiempo real, cuya información es obtenida mediante el dispositivo electrónico de captación de datos.

Para reconocer el tipo de arritmia se define tipos de monitoreo como “Modo Reposo” o “Modo Deporte”, en el modo reposo se tomará los LPM mínimos y máximos obtenidos en base a la tabla de frecuencia cardiaca en reposo definida por MD Health. En modo deporte se tomará la frecuencia cardiaca mínima de la tabla antes mencionada y la frecuencia máxima será la obtenida por la ecuación matemática de los especialistas de la universidad de Oakland.

Se construye un simulador de arritmias con base en las formas de onda características de las patologías antes mencionadas. Para dibujar las ondas se utilizó la librería gráfica Android Plop definiendo coordenadas en la pantalla para cada arritmia simulada. Este simulador realiza todos los procesos que se llevarían a cabo en condiciones reales, como modos de monitoreo y disparo de alertas de acuerdo a los latidos óptimos. Cuando se escoge la arritmia que será simulada inicialmente se muestra una gráfica de un ECG normal indicando el número de LPM registrados como óptimos para el paciente, al empezar la simulación los latidos variaran según la

arritmia escogida, desencadenando las secuencias de alertas respectivas, al ser un ambiente ficticio no enviará notificaciones al médico, solo serán alertas locales. Esto con el fin de simular un ambiente de emergencia que le permita al paciente mantenerse informado sobre las pulsaciones que en casos reales le ocasionarían un problema.

**Implementar alertas de emergencia destinadas al paciente de una arritmia presentada en tiempo real.**

Se establecieron alarmas audiovisuales en caso de presentarse una emergencia en tiempo real de una de las arritmias definidas para este trabajo, que permitan al paciente y personas cercanas tomar acciones necesarias de socorro.

Para la visualización de alertas se modificó la interfaz que muestra la onda en tiempo real. Las alertas trabajan en conjunto con el proceso de reconocimiento de arritmias y son disparadas cuanto éste detecte una frecuencia cardiaca fuera del rango establecido como normal.

**Envío de notificaciones al médico sobre el problema cardiaco presentado en el paciente.**

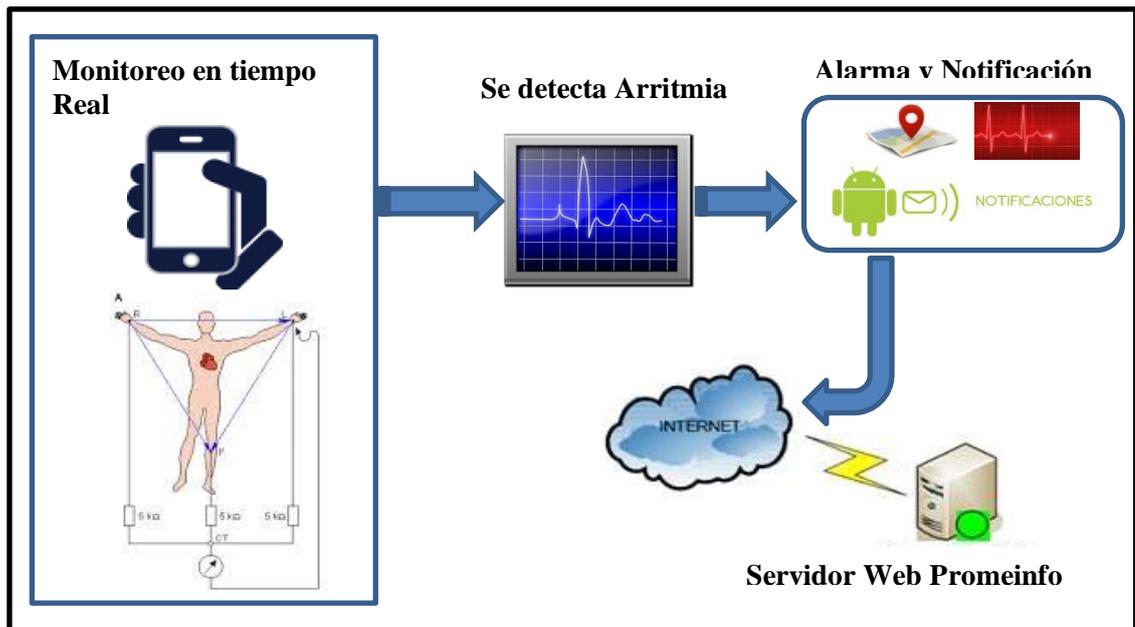
Cuando el aplicativo MySoul detecte una arritmia en tiempo real, se extrae información relacionada al paciente, su ubicación, tipo de arritmia presentada y parte de la señal que causo la alerta, posteriormente estos

datos se envían al servidor web de Promeinfo, quien se encargará de notificar sobre la emergencia a un médico previamente configurado para el paciente.

Para realizar la comunicación con el servidor de Promienfo, no es necesaria la autenticación para acceder él. Este webservice posee capacidades o métodos desarrollados para acceder mediante tecnología SOAP. Se instaló un plugin denominado Ksoap para Android, facilitando la forma de realizar las invocaciones al servicio.

A continuación se muestra en la figura 41 el diagrama del flujo de procesos que se obtuvo como resultado de los objetivos específicos para realizar el disparo de alertas.

**Figura 41. Flujo del sistema de alarmas de emergencia**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

Hoy en día el desarrollo de tecnologías de información contribuye un gran aporte en el área médica, logrando mejorar la atención oportuna de diversas enfermedades, es el caso de enfermedades cardíacas. En este trabajo se desarrolló la funcionabilidad de detección de un grupo de arritmias y haciendo referencia al marco teórico se concluye que uno de los parámetros fisiológicos más importantes para monitorizar signos vitales es la frecuencia cardíaca, debido a ello se hizo énfasis en este parámetro durante este trabajo, logrando optimizar un software que permita a la parte médica, una atención no presencial pero personalizada de los signos vitales, facilitando el monitoreo a pacientes fuera un centro de salud, y a su vez permitiendo que el medico este informado con un previo diagnóstico de la actividad cardíaca de su paciente, con el fin de brindarle atención y ayuda donde se encuentre en los casos que se requiera, por lo que podemos concluir:

1. El análisis del código fuente de la aplicación realizada en una tesis previa pudo ser descifrado para la ejecución del presente proyecto y otorgando la posibilidad de desarrollar otros proyectos en base a la plataforma Android para el monitoreo remoto de signos vitales.

2. Al simular la onda ECG se obtuvo conocimientos de la graficación de la onda cardiaca, estas tecnologías suelen ser cerradas y son desarrolladas por las marcas fabricantes de equipos biomédicos.
3. Al utilizar una tabla de valores de frecuencias cardiacas en base edades, manteniendo referencias a las publicadas de la MD-Health de pulsos cardiacos en reposo, se logra definir para cada usuario o paciente una frecuencia optima según su edad y condición física, teniendo presente que la frecuencia cardiaca máxima puede variar dependiendo a la actividad física que se esté realizando. Por lo cual, se hace referencia a fórmulas de estudios realizados y antes descritos en el marco teórico.
4. Por medio del estudio de ciertas arritmias cardiacas como Taquicardia, Bradicardia y Asistolia, en su morfología y características, junto con la forma y uso del papel milimétrico permitió implementar un simulador con las patologías que el sistema de notificaciones reconoce, cumpliendo con los mismos parámetros que aplicarían siendo un monitoreo en tiempo real. Para ello los LPM son obtenidos de la base de registro de usuarios en el dispositivo, y son incrementados o disminuidos con respecto a la simulación, mostrando la secuencia de eventos que desencadenaría un escenario de emergencia.

5. Según los estudios realizados por la INEC en el 2013 se conoce que en los últimos años en el Ecuador la tendencia hacia dispositivos móviles Smartphone va en aumento, además que la gran mayoría de estos usuarios se inclinan por el uso de aplicaciones que comparten información en la web, basados en ese estudio podemos concluir que este trabajo se perfila a tener gran aceptación en la comunidad, debido a las características que presenta.

## **Recomendaciones**

El reconocimiento de ciertas arritmias es una contribución que puede seguirse desarrollando con el objetivo de proveer más información detallada sobre las anomalías presentadas y puedan descartarse falsas alarmas que no ameriten atención. Al haberse implementación servicios web como medio de comunicación con otras plataformas hace que el aplicativo logre un gran impulso en la transmisión de datos, inclusive el poder enviar fragmentos de anomalías presentadas en tiempo real para su posterior seguimiento además de poder gestionar más de un usuario en el mismo dispositivo, el servicio de notificaciones se encuentra preparado para recibir fragmentos de señal que puedan ser enviados a otras plataformas, con esto se deja bases necesarias para el continuo desarrollo en el control y seguimiento de pacientes cardíopatas por lo que se recomienda:

1. Realizar pruebas entre las alertas generadas en el dispositivo Android en base a la señal recibida, contra equipos médicos de monitoreo cardíaco, junto a especialistas en esta área que puedan certificar el correcto funcionamiento de notificaciones en emergencias reales y lograr descartar falsos positivos que pueda generar la aplicación.

2. Al integrar la funcionalidad de notificaciones en emergencias presentadas, usando el sistema de posicionamiento global GPS basado en coordenadas, se lograría mejorar la comprensión al implementar características de Google Maps y con ello obtener ubicaciones más precisas y fáciles de identificar como una dirección entre calles o avenidas.
  
3. La capacidad de gestionar múltiples usuarios en un mismo dispositivo hace que la aplicación pueda ser más aprovechada, modificando la interfaz y con la ayuda de un servicio web se logra registrar un ambiente de muchos usuarios en MySoul. Esto puede mejorarse utilizando servicios web que permitan establecer un acceso a los datos del usuario por medio de credenciales registradas en la red de Promeinfo, otorgando portabilidad de información sin tener que ingresarla nuevamente, además se ofrecería mayor privacidad con respecto a su registro médico.

## BIBLIOGRAFÍA

- American Telemedicine Association. (2002). *What is Telemedicine?*  
Retrieved from American Telemedicine Association:  
<http://www.americantelemed.org/about-telemedicine/what-is-telemedicine#.VVrAoUY9D08>
- Android OS. (n.d.). *Sistema Android*. Retrieved from Google:  
<https://www.android.com/>
- Begoña Benito, Jose, Brugada, Ramón Brugada, Pedro Brugada. (2009, Noviembre). *Síndrome de Brugada*. Retrieved from Revista Española de Cardiología:  
<http://www.revespcardiol.org/es/sindrome-brugada/articulo/13142828/>
- Castillo, A. B. (n.d.). *Revista Digital Universitaria*. Retrieved from  
<http://www.revista.unam.mx/vol.3/num1/art3/>
- CPME. (2009, 01 01). *Revista Reduca: Telemedicina, Aspectos Generales*. Retrieved 02 08, 2015, from Revista Reduca:  
<http://www.revistareduca.es/index.php/reduca/article/viewFile/7/4>
- Diario El Espectador. (2014, 10 30). Consumo de té o café no perjudica al corazón. *El Espectador*, p. 1.
- División de Ingeniería Biomédica. (n.d.). *Monitor electrocardiográfico*. Retrieved from Oscar Toledo Esteva y Familia:  
<http://www.biyubi.com/ecg.pdf>
- Ecuador, A. N. (2008, 06 24). *Asamblea Nacional*. Retrieved 11 10, 2014, from Asamblea Nacional:  
[http://www.asambleanacional.gob.ec/es/noticia/constituciones\\_del\\_ecuador](http://www.asambleanacional.gob.ec/es/noticia/constituciones_del_ecuador)
- Electrocardiógrafo, M. N.-9.-9.-9.-9.-9.-9. (n.d.). Japon.
- Estevez, D. A. (2010). *Trazados ECG*. Retrieved from Facultad de Chile - Universidad de Guayaquil:  
[http://www.basesmedicina.cl/cardiologia/banco\\_imagenes/electros/ECG\\_parte\\_1.pdf](http://www.basesmedicina.cl/cardiologia/banco_imagenes/electros/ECG_parte_1.pdf)
- Fundacion Española del Corazón. (2011, 09 08). *Bradycardia: cuando el corazón late lentamente*. Retrieved from Fundación Hispana de Cardiología: <http://www.fundaciondelcorazon.com/corazon-facil/blog-impulso-vital/2256-bradicardia-cuando-el-corazon-late-lentamente.html>
- Furno, G. S. (n.d.). QRS detection using automata theory in a battery-powered microprocessor system. In *IEEE Frontiers of Engineering in Health Care*. (pp. 155–58).
- Gellish RL, Goslin BR, Olson RE, McDonald A. (2007, Mayo). *Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate*. Retrieved from US National Library of Medicine National Institutes of Health: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17468581>
- Google. (2014, 01 01). *Android Developer*. Retrieved 02 16, 2015, from <https://developer.android.com>: <https://developer.android.com>

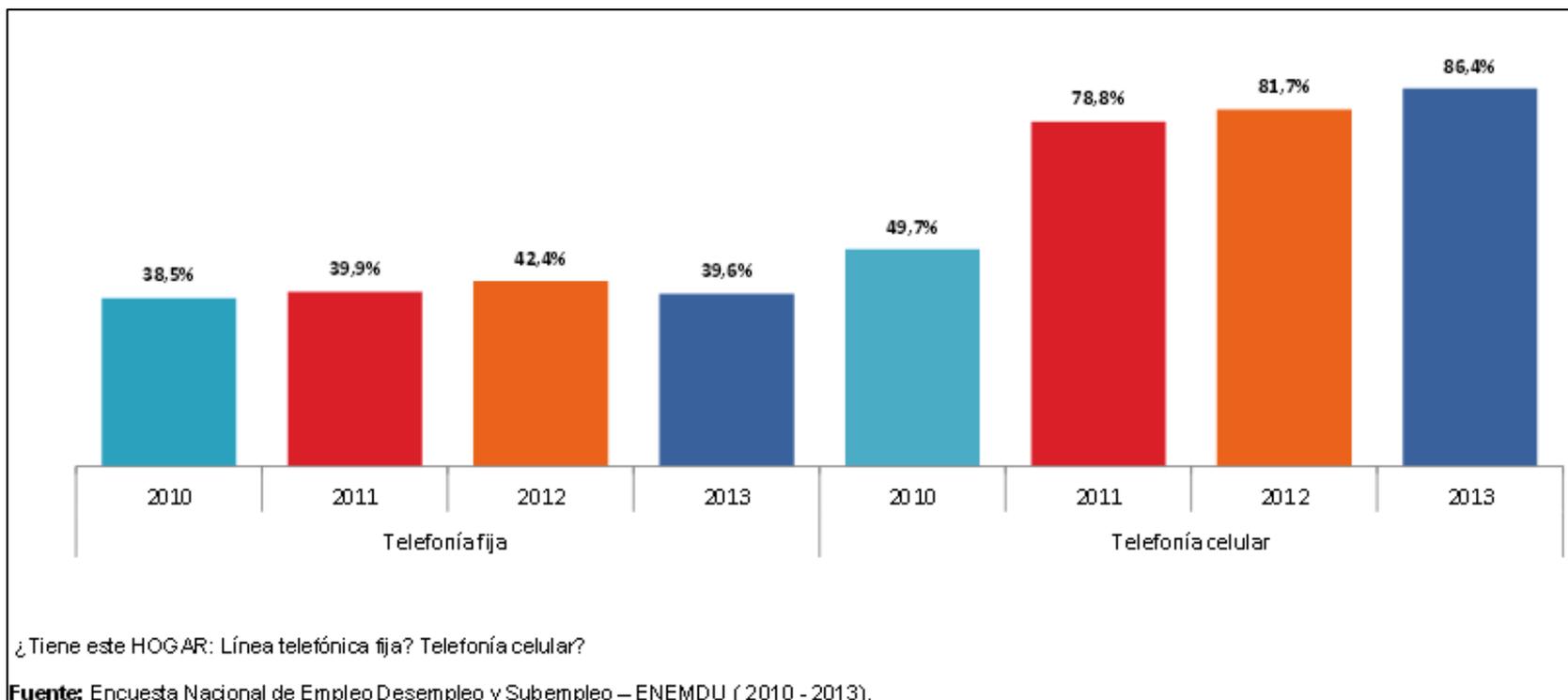
- Hinestroza, J. (2014). *Desarrollo de Un Dispositivo de tele monitorización de signos vitales basado en Sistema operativo Android (Tesis de Grado)*. Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- HUSZAR, ROBERT J. (2002). *ARRITMIAS: PRINCIPIOS, INTERPRETACIÓN Y TRATAMIENTO*. España: ELSEVIER ESPAÑA S.A.
- IBM. (2014, Febrero 10). *IBM developerworks*. Retrieved from <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/webservices/tutorials/ws-understand-web-services1/>
- Iglesias, D. C. (1999, Junio). *Telemedicina*. Retrieved from Facultad de Medicina UNAM:  
<http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CEIQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.facmed.unam.mx%2Femc%2Fcomputo%2Finfomedic%2Fpresentac%2Fmodulos%2Fftp%2Fdocumentos%2Ftelemedicina.ppt&ei=mbhaVbfVC8LHsQSE4IDABA&usg=AFQjCNFZ0HLduqORAcAohLDu>
- INEC. (2013). *Estadísticas de Nacimientos y Defunciones*. Retrieved from INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/nacimientos-defunciones>
- INEC. (2013). *Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) 2013*. Retrieved 02 15, 2015, from INEC:  
[http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/Resultados\\_principales\\_140515.Tic.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf)
- J. Bray, C. S. (2001). *Bluetooth 1.1 Connect Without Cables Second Edition*. Estados Unidos: Editorial Person Education.
- M. Bonilla, eltiempo.com. (2012, 09 27). *Enfermedades Cardiovasculares. Aumentan Dolencias Cardiacas*, p. 1.
- MD health.com. (n.d.). *Pulse Rate Chart*. Retrieved from MD health.com Better Health Information from Doctors: <http://www.md-health.com/pulse-rate-chart.html>
- My EKG. (2013). *Papel del Electrocardiograma*. Retrieved from My EKG: <http://www.my-ekg.com/generalidades-ekg/papel-ekg.html>
- My EKG.com. (n.d.). *Criterios de la Taquicardia en el EKG*. Retrieved from My Ecg La web del electrocardiograma: <http://www.my-ekg.com/arritmias-cardiacas/criterios-taquicardia-ventricular.html>
- My EKG.com. (n.d.). *My Ecg La web del electrocardiograma*. Retrieved from <http://www.my-ekg.com/generalidades-ekg/derivaciones-cardiacas.html>
- National Institutes of Health. (2011, 12 21). *Tipos de arritmia*. Retrieved from National Institutes of Health: <http://www.nhlbi.nih.gov/health-spanish/health-topics/temas/arr/types>
- NIH MedLine Plus. (2013, 05 14). *Electrocardiograma*. Retrieved from Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU:  
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003868.htm>

- Outomuro, D. (2013, 01). *Impacto de la tecnología en la práctica de la medicina*. Retrieved from Instituto de Bioética:  
<http://www.itaes.org.ar/biblioteca/1-2013/ITAES-1-2013-tecnologiaysalud.pdf>
- Promeinfo. (2014, Julio 14). *Promeinfo Nokia Sensing XChallenge*. Retrieved from <http://www.promeinfo.hol.es/?p=118>
- Rajiv Gulatia, Bernard J Gersh. (2009, Mayo 05). *Tratamiento antitrombótico para la prevención del reinfarto tras la reperfusión: el precio del éxito*. Retrieved from Revista Española de Cardiología:  
<http://www.revespcardiol.org/es/tratamiento-antitrombotico-prevencion-del-reinfarto/articulo/13135990/>
- Real Academia Española, R. (2012, 01 01). *Real Academia Española*. Retrieved 11 28, 2014, from Real Academia Española:  
<http://lema.rae.es/drae/srv/search?key=paciente>
- Rojas, T. E. (2014). *Tipos de Metodología de la Investigación – Cómo Hacer una Metodología*. Retrieved from aprenderLyX:  
<http://aprenderlyx.com/tipos-de-metodologia-de-investigacion/>
- Telégrafo, E. (2014, 06 14). *El Telégrafo My Soul*. Retrieved 01 10, 2015, from El Telégrafo: <http://www.telegrafo.com.ec/sociedad/item/my-soul-equipo-medico-hecho-en-ecuador-video.html>
- Un cardiólogo en el bolsillo*. (2014, Junio 18). Retrieved from Prometeo Informacion Formacion Desarrollo:  
<http://prometeo.educacionsuperior.gob.ec/un-cardiologo-en-el-bolsillo/>
- Universidad Nacional de Colombia. (2005). *Electrocardiograma*. Retrieved from Dirección Nacional de innovación académica:  
[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/enfermeria/2005359/contenido/cardiovasc/8\\_7.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/enfermeria/2005359/contenido/cardiovasc/8_7.html)
- Vergeles-Blanca, J. M. (n.d.). *La telemedicina. Desarrollo, ventajas y dudas*. Retrieved from Unidad Docente de Medicina de Familia y Comunitaria Badajoz: <http://ferran.torres.name/edu/imi/59.pdf>
- WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. (2011). *mHealth New horizons for health through mobile technologies. Based on the findings of the second global survey on Elath*. Retrieved from Global Observatory for eHealth Series:  
[http://www.who.int/goe/publications/goe\\_mhealth\\_web.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf)

**ANEXO 1**

**Tecnologías de la Información y  
Comunicación (TIC'S) 2013, Ecuador**

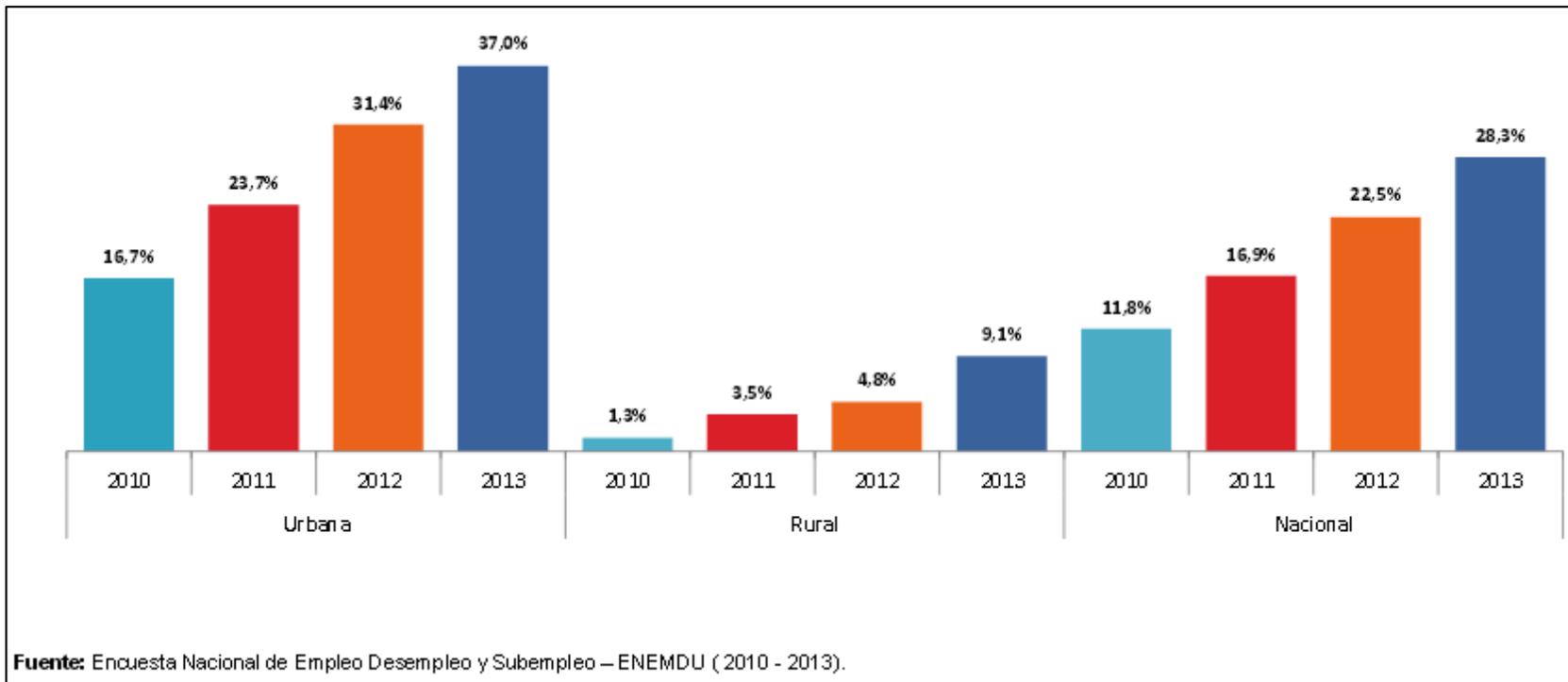
**Gráfico 1. Teléfonos fijos y móviles en el hogar a nivel nacional**



**Elaborado:** INEC

**Fuente:** (INEC, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) 2013, 2013)

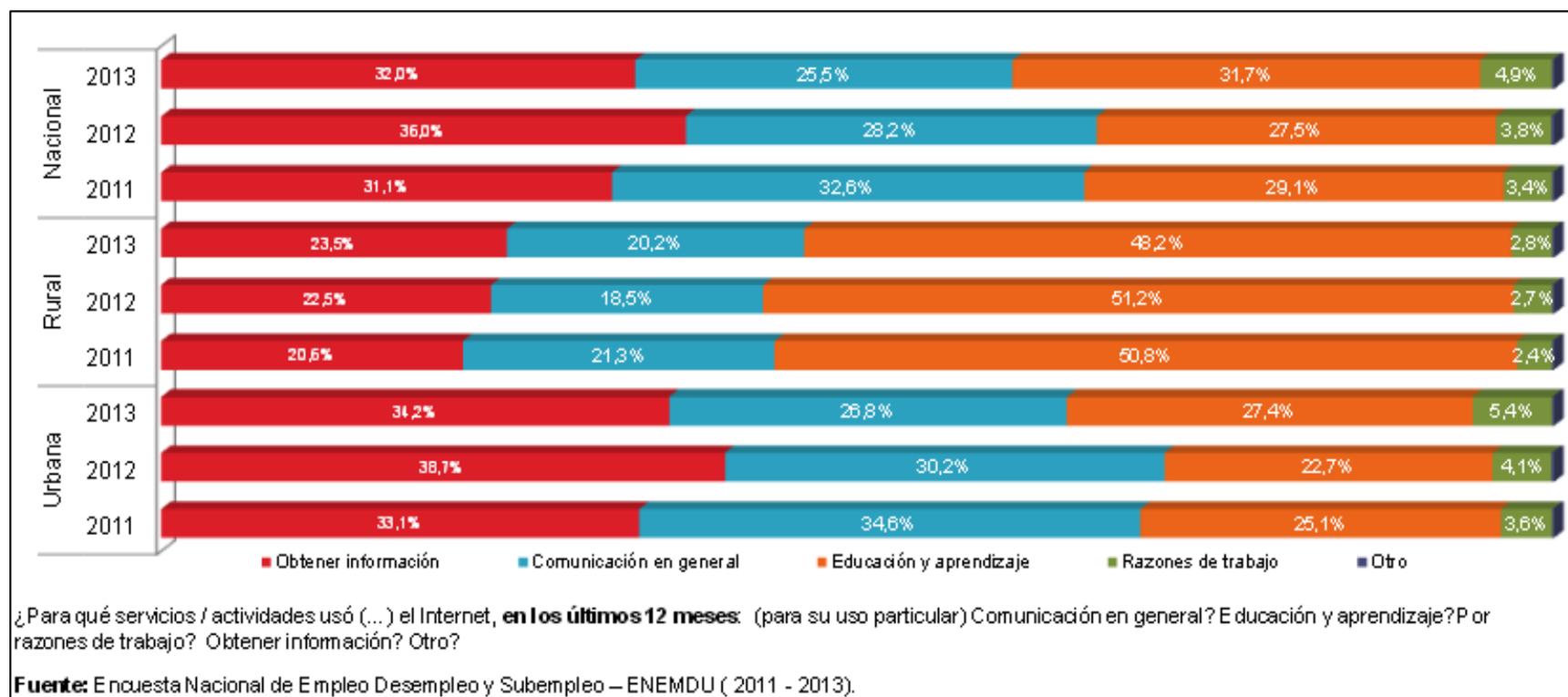
**Gráfico 2. Acceso al Internet según el área**



**Elaborado:** INEC

**Fuente:** (INEC, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) 2013, 2013)

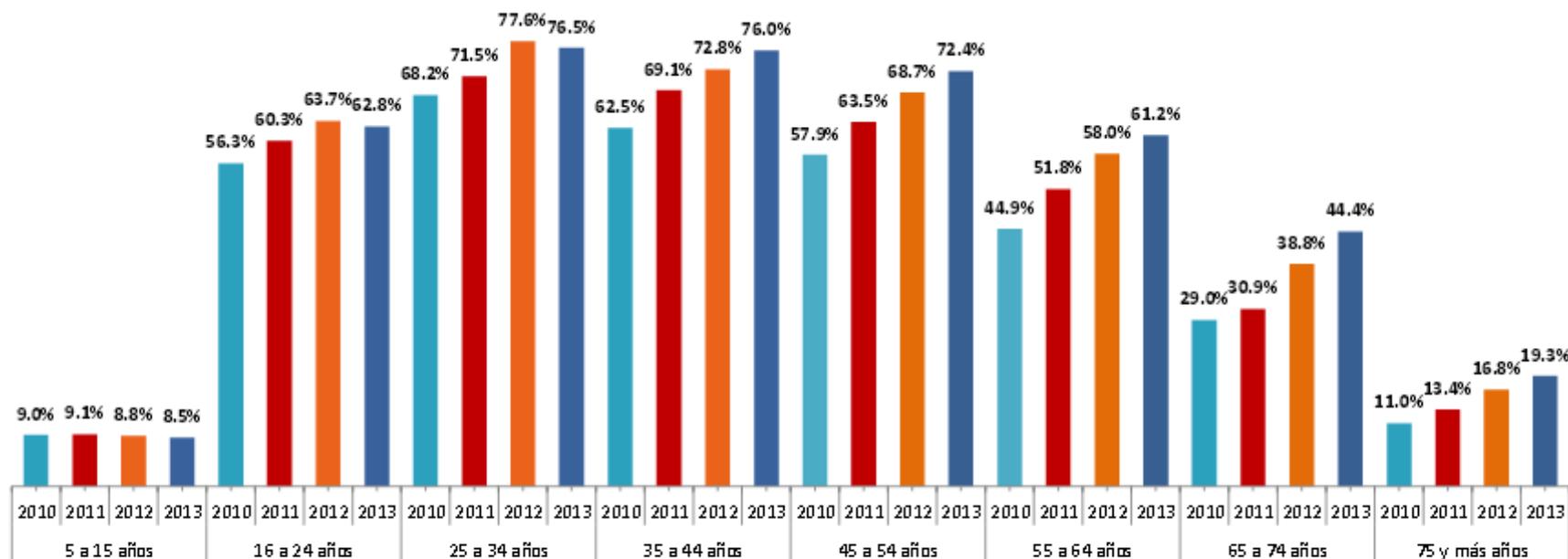
**Gráfico 3. Razones de uso de Internet por área**



**Elaborado:** INEC

**Fuente:** (INEC, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) 2013, 2013)

**Gráfico 4. Personas agrupada por edad, que posean teléfono celular activado a nivel nacional.**

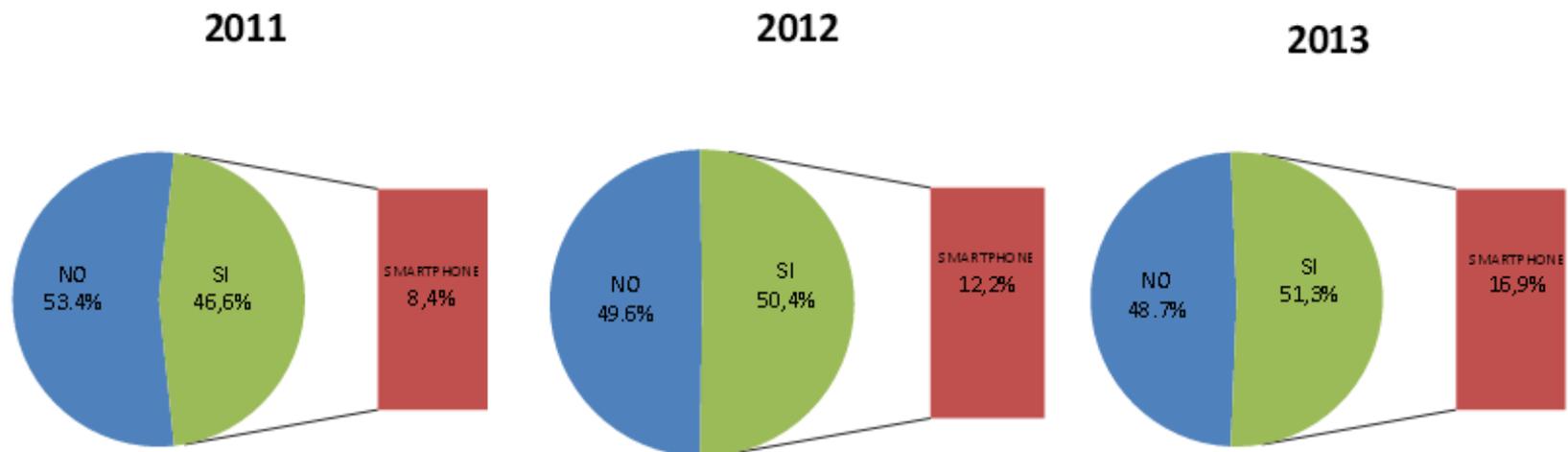


**Fuente:** Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENEMDU ( 2010 - 2013).

**Elaborado:** INEC

**Fuente:** (INEC, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) 2013, 2013)

**Gráfico 5. Porcentaje de personas con teléfono inteligente (SMARTPHONE) a nivel nacional**



¿El (os) teléfono (s) celular (es) que (...) tiene es / son **SMARTPHONE** (teléfono Inteligente, se puede comunicar a través e-mails, etc.)?

**Fuente:** Encuesta Nacional de Empleo Desempleo y Subempleo – ENE MDU (2011 – 2013).

**Elaborado:** INEC

**Fuente:** (INEC, Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) 2013, 2013)

**ANEXO 2**

**Principales causas de mortalidad en  
Ecuador 2013**

**Cuadro 4. Principales causas de mortalidad en Ecuador 2013**

			<b>Población estimada 2013</b>	<b>15.774.749</b>			
			<b>Total de defunciones</b>	<b>63.104</b>			
			<b>Tasa de mortalidad general (x 100.000 hab.)</b>	<b>400,03</b>			
<b>Nº Orden</b>	<b>Código L.C.</b>	<b>Cód. CIE-10 detallada</b>	<b>Causas de muerte</b>	<b>FA</b>	<b>%</b>	<b>Tasa</b>	<b>FR</b>
1	26	E10-E14	Diabetes mellitus	4.695	7,44%	29,76	0,07
2	34	I10-I15	Enfermedades hipertensivas	4.189	6,64%	26,56	0,07
3	46	J10-J18	Influenza y neumonía	3.749	5,94%	23,77	0,06
4	42	I60-I69	Enfermedades cerebrovasculares	3.567	5,65%	22,61	0,06
5	57	V00-V89	Accidentes de transporte terrestre	3.072	4,87%	19,47	0,05
6	35	I20-I25	Enfermedades isquémicas del corazón	2.942	4,66%	18,65	0,05
7	51	K70-K76	Cirrosis y otras enfermedades del hígado	2.005	3,18%	12,71	0,03
8	53	N00-N39	Enfermedades del sistema urinario	1.874	2,97%	11,88	0,03
9	41	I50-I51	Insuficiencia cardíaca, complicaciones y enfermedades mal definidas	1.716	2,72%	10,88	0,03
10	09	C16	Neoplasia maligna del estómago	1.570	2,49%	9,95	0,02
11	47	J40-J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	1.425	2,26%	9,03	0,02
12	55	P00-P96	Ciertas afecciones originadas en el período prenatal	1.390	2,20%	8,81	0,02
13	64	X85-Y09	Agresiones (Homicidios)	1.271	2,01%	8,06	0,02
14	24	C81-C96	Neoplasia maligna del tejido linfático, hematopoyético y afines	1.090	1,73%	6,91	0,02
15	65	Y10-Y34	Eventos de intención no determinada	1.025	1,62%	6,50	0,02
16	56	Q00-Q99	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	908	1,44%	5,76	0,01
17	20	C61	Neoplasia maligna de la próstata	842	1,33%	5,34	0,01
18	07	B20-B24	Enfermedad por virus de la inmunodeficiencia (VIH)	762	1,21%	4,83	0,01
19	18	C53-C55	Neoplasia maligna del útero	702	1,11%	4,45	0,01
20	63	X60-X84	Lesiones autoinflingidas intencionalmente (Suicidio)	676	1,07%	4,29	0,01

21	15	C33 C34	Neoplasia maligna de la tráquea, bronquios y pulmón	642	1,02%	4,07	0,01
22	11	C22	Neoplasia maligna del hígado y de las vías biliares	637	1,01%	4,04	0,01
23	48	J80-J84	Edema pulmonar y otras enfermedades respiratorias que afectan al intersticio	606	0,96%	3,84	0,01
24	10	C18-C21	Neoplasia maligna del colon, sigmoide, recto y ano	598	0,95%	3,79	0,01
25	17	C50	Neoplasia maligna de la mama	521	0,83%	3,30	0,01
	88	RESTO	Resto de causas	15.143	24,00%	96,00	0,24
	99	R00-R99	Causas mal definidas	5.487	8,70%	34,78	0,09

**Elaboración:** INEC

**Fuente:** (INEC, Estadísticas de Nacimientos y Defunciones, 2013)

**Anexo 3**  
**Cuadros de coordenadas para  
simulación de arritmias**

La grafica de un ECG normal se construye con las siguientes coordenadas. Tomando una escala en Y de 0 a 2.28mm

**Cuadro 5. Coordenadas de graficación Intervalo PR normal**

X	su valor será incrementado en 0.04mm													
Y	1	1.04	1.08	1.08	1.04	1	0.96	0.92	0.92	0.96	1	1.04	1.04	1
	P`amp						Extend P`amp							
Intervalo PR														

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Grafica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

**Cuadro 6. Coordenadas de graficación segmento QRS normal**

X	su valor será incrementado en 0.04mm							
Y	0.92	1.6	0.80	0.84	0.92	0.92	0.92	1
	Q	R	S					
QRS								

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Gráfica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

**Cuadro 7. Coordenadas de graficación segmento T normal**

X	su valor será incrementado en 0.04mm											
Y	1.08	1.12	1.12	1.08	1.04	1	1	1	1	1	1	1
	Segmento T					Separación entre patrones						

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Gráfica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

La grafica de una bradicardia se construye con las siguientes coordenadas. Tomando una escala en Y de 0 a 2.28mm

**Cuadro 8. Coordenadas de graficación intervalo PR de bradicardia**

X	su valor será incrementado en 0.04mm													
Y	1	1.04	1.08	1.08	1.04	1	0.96	0.92	0.92	0.96	1	1.04	1.04	1
	P`amp						Extend P`amp							
Intervalo PR														

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Grafica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

**Cuadro 9. Coordenadas de graficación segmento QRS de bradicardia**

X	su valor será incrementado en 0.04mm							
Y	0.92	1.6	0.80	0.84	0.92	0.92	0.92	1
	Q	R	S					
QRS								

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Grafica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

**Cuadro 10. Coordenadas de graficación segmento T de bradicardia**

X	su valor será incrementado en 0.04mm											
Y	1.08	1.12	1.12	1.08	1.04	1	1	1	1	1	1	1
	Segmento T						Separación entre patrones					

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Grafica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

La gráfica de una taquicardia se construye con las siguientes coordenadas. Tomando una escala en Y de 0 a 2.28mm

**Cuadro 11. Coordenadas de graficación intervalo PR de taquicardia**

X	su valor será incrementado en 0.04mm													
Y	1	1.04	1.08	1.08	1.04	1	0.96	0.92	0.92	0.96	1	1.04	1.04	1
	P`amp						Extend P`amp							
Intervalo PR														

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Grafica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

**Cuadro 12. Coordenadas de graficación segmento QRS de taquicardia**

X	su valor será incrementado en 0.04mm							
Y	0.92	1.6	0.80	0.84	0.92	0.92	0.92	1
	Q	R	S					
QRS								

**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Grafica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

**Cuadro 13. Coordenadas de graficación segmento T de taquicardia**

X	su valor será incrementado en 0.04mm											
Y	1.08	1.12	1.12	1.08	1.04	1	1	1	1	1	1	1
	Segmento T					Separación entre patrones						

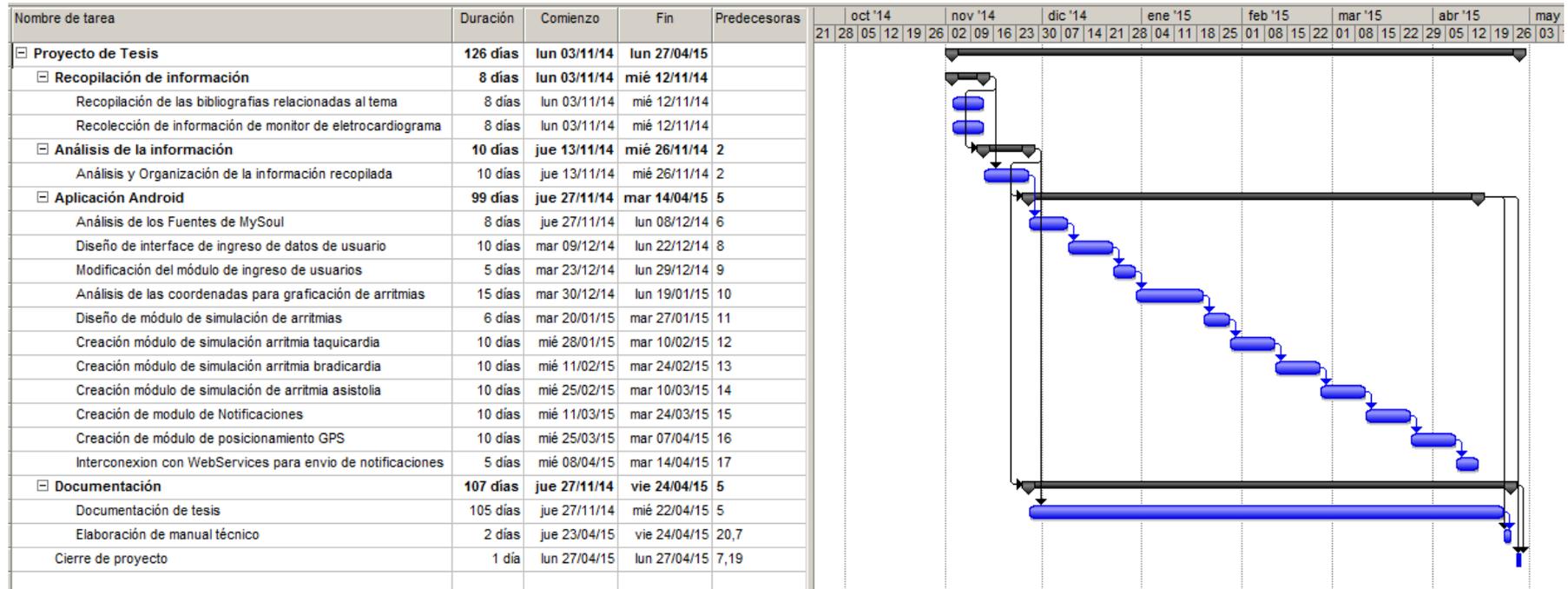
**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Grafica de Manual Nihon Kohden Cardiofax

## **Anexo 4**

### **Cronograma de actividades**

**Figura 42. Cronograma de actividades**



**Elaborado:** Cristhian Villarroel

**Fuente:** Cristhian Villarroel



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS  
COMPUTACIONALES**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PLATAFORMA PARA EL REGISTRO  
Y VISUALIZACIÓN DE ECG EN EL SISTEMA OPERATIVO  
ANDROID: MEJORA DE LA VISUALIZACIÓN ECG EN  
TIEMPO REAL**

**MANUAL DE USUARIO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**AUTOR: VILLARROEL CRUZ CRISTHIAN FABIAN**

**TUTOR: ING MORÁN AGUSTO JOSÉ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2015**

## **Tabla de Contenido**

Propósito .....	4
Alcance.....	4
Manual de Usuario.....	5
Instalación y configuración.....	5
Requisitos generales pre-instalación .....	5
Descripción de módulos.....	5
Selección de Usuario.....	5
Creación de Usuarios. ....	6
Pantalla principal de opciones .....	7
Datos de Usuario .....	8
Conectar con dispositivo.....	9
Tutorial de Alertas ECG .....	11
ECG Taquicardia .....	12
ECG Bradicardia.....	13
ECG Asistolia .....	13
Manual Técnico .....	16
Diagramas .....	16
Modelo entidad-relación.....	16
Diagrama de Pantallas .....	17
Diagrama de funcionalidad aplicación.....	18
Usuarios .....	18
Los únicos usuarios de esta aplicación son los pacientes que han sido previamente asignados a un médico. ....	18
Estructura de archivos .....	18
Activitys .....	21
MySoulWelcomeActivity.....	21
MySoulMainActivity.....	22
MySoulUserActivity .....	22
MySoulMenuSimulacion .....	22
Webservice.....	23
Métodos de webservice .....	27
RegistraUsuario .....	27
crearNotificacion .....	28

Layouts .....	28
mysoul_activity_mainactivity .....	28
mysoul_simulador .....	29
Librerías Externas.....	29
com.ianhanniballake.localstorage .....	30
com.ipaulpro.afilechooser .....	30
Android API 20 .....	30
Archivos de Configuración .....	31
Android Manifest.....	31

## **Propósito**

Este documento muestra y explica la estructura y funcionalidad de la aplicación MySoul Pacientes, para sistemas operativos Android.

La aplicación MySoul Pacientes está desarrollada para funcionar en dispositivos con sistema operativo Android versión 4.0 o Superior, tanto en Tablet como en Smartphones y requiere una conexión a internet para comunicarse con el servidor web.

## **Alcance**

Este documento tiene contenido orientado a personas con conocimientos lenguaje de programación.

Este documento incluye la estructura básica del código ensamblado en la aplicación MySoul paciente, los objetos de clases que utiliza para la comunicación y su configuración funcional.

## **Manual de Usuario**

### **Instalación y configuración**

La instalación, dado que el aplicativo no se encuentra disponible para descargas desde la Google Play, se debe hacer ejecutando directamente el .apk desde el dispositivo Android.

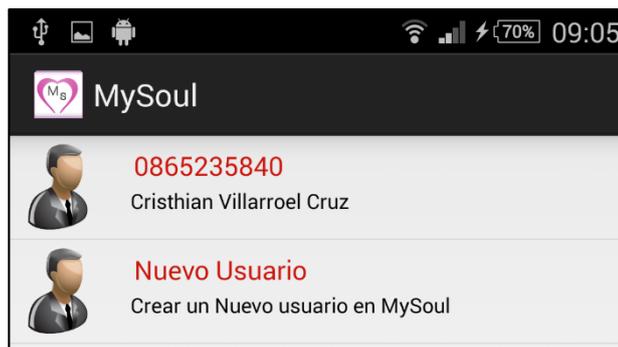
### **Requisitos generales pre-instalación**

Para poder instalar este aplicativo se debe activar la opción de permitir instalar aplicaciones de fuentes desconocidas, siguiendo las siguientes opciones: Ajustes → Seguridad → Fuentes Desconocidas.

### **Descripción de módulos**

#### **Selección de Usuario**

La primera pantalla contará con una lista de usuarios creados en el sistema. Si es la primera vez que se abre la aplicación esta mostrará solamente la opción para crear un nuevo usuario.



## Creación de Usuarios.

Para ingresar a la pantalla de creación de usuarios, se accede desde la pantalla principal a través de la opción “Nuevo Usuario”. En esta pantalla se podrá crear un nuevo usuario para el sistema, para esto se debe ingresar los campos que se muestran en la pantalla:

- Nombres: Nombre del paciente.
- Apellidos: Apellido del paciente.
- No. Identificación: El número de identificación es único, corresponde al número de cédula.
- Fecha de Nacimiento: La fecha de nacimiento del paciente.
- Deportista / No Deportista: Se debe escoger si se dedica a realizar alguna actividad deportiva o no.
- Medicación (*opcional*): Medicamentos en uso utilizados por el paciente, esta información podría ser muy relevantes para el médico al momento de dar su diagnóstico.

The screenshot shows the MySoul mobile application interface. At the top, there is a status bar with various icons and the time 23:29. Below the status bar is the MySoul logo and the title "MySoul". The main content area is titled "Datos del Paciente" and contains several input fields: "Nombres", "Apellidos", "No. Identificacion", and "Fecha de Nacimiento (Dia-Mes-Año)". There are also two radio buttons for "Deportista" and "No Deportista", and a "Medicacion" field. Below these fields is a section titled "Frecuencia Cardiaca Reposo y Deportiva" with fields for "Edad", "FCR min", "max", and "FCMax0". A "Guardar" button is located at the bottom of the form.

## Pantalla principal de opciones

La pantalla principal contará con una lista de los distintos módulos del sistema

- Datos de Usuario.
- Conectar con Dispositivo
- *Historial de ECG*
- *Graficar ECG Almacenado.*
- Tutorial de Alertas ECG

## Datos de Usuario

Esta pantalla mostrará los datos registrados del usuario con el que se ingresó al sistema, en esta misma pantalla se podrá actualizar estos datos.

- Nombres: Nombre del paciente.
- Apellidos: Apellido del paciente.
- No. Identificación: El número de identificación es único, corresponde al número de cédula.
- Fecha de Nacimiento: La fecha de nacimiento del paciente.
- Deportista / No Deportista: Se debe escoger si se dedica a realizar alguna actividad deportiva o no.
- Medicación (*opcional*): Medicamentos en uso utilizados por el paciente, esta información podría ser muy relevantes para el médico al momento de dar su diagnóstico.

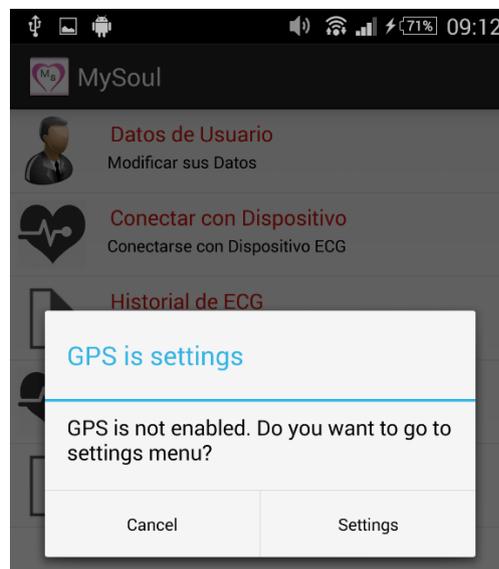


The screenshot shows the 'MySoul' mobile application interface. At the top, there is a status bar with icons for USB, Android, Wi-Fi, signal strength, battery (70%), and time (09:05). Below the status bar is the app's logo and name 'MySoul'. The main content area is titled 'Datos del Paciente' and contains several input fields: 'Nombres' with the value 'Cristhian', 'Apellidos' with 'Villarroel Cruz', 'No. Identificación' with '0865235840', and 'Fecha de Nacimiento (Dia-Mes-Año)' with '11/05/1986'. There are two radio buttons for 'Deportista' (unselected) and 'No Deportista' (selected). Below this is a 'Medicacion' field with the value 'Digoxina'. At the bottom, there is a section for 'Frecuencia Cardiaca Reposo y Deportiva' with 'Edad 28 Años', 'FCR min 60 - max 100', and 'FCMax187'. A 'Guardar' button is located at the very bottom of the form.

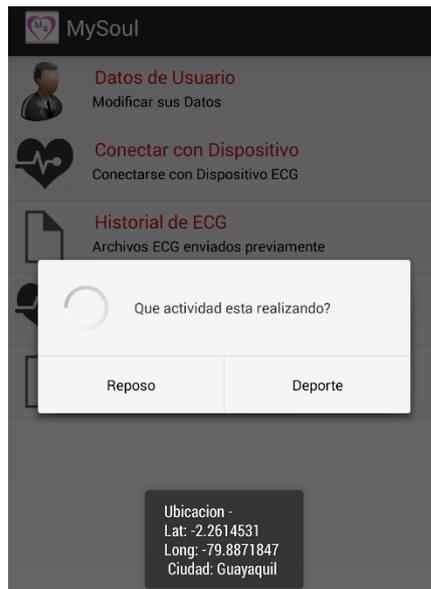
## Conectar con dispositivo

En esta opción se requerirá conectarse con el dispositivo que captura las señales de actividad del corazón, para esto requiere que esté encendida la conectividad bluetooth, la aplicación además necesita capturar las coordenadas de geo localización, por lo cual el GPS debe estar de igual forma encendido.

Al acceder a esta opción y las funciones de GPS no se encuentran encendidas, el aplicativo indicara que debe activarlas.



Una vez activadas las funciones respectivas, podrá acceder al monitoreo. Este le pedirá que especifique que actividad física se encuentra realizando en el momento de monitorearse. Como estar en Reposo o estar realizando deporte.



Al ingresar se procederá a capturar la señal eléctrica del corazón y graficarla en el dispositivo en tiempo real.



Al presentarse una anomalía en las pulsaciones (BPM) con respecto a los latidos óptimos de acuerdo al tipo de monitoreo escogido, este emitirá alarmas visuales, enviándole notificaciones del caso presentado junto a un fragmento de la onda que emitió la alarma y la ubicación actual a su médico

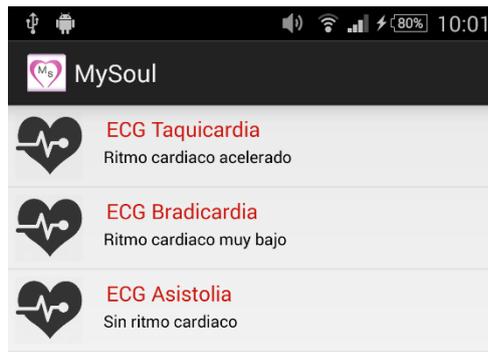
registrado, mediante un servicio web. Así mismo almacenará un historial de la señal en un archivo con extensión .ecg en la memoria del Smartphone.



## Tutorial de Alertas ECG

Aquí se mostrarán las alarmas se emitirá el dispositivo al detectar una de las anomalías presentadas al momento de realizar el monitoreo en tiempo real.

Las opciones que escoja, tomaran los datos de frecuencia cardiaca optimas previamente registrados para el este paciente.



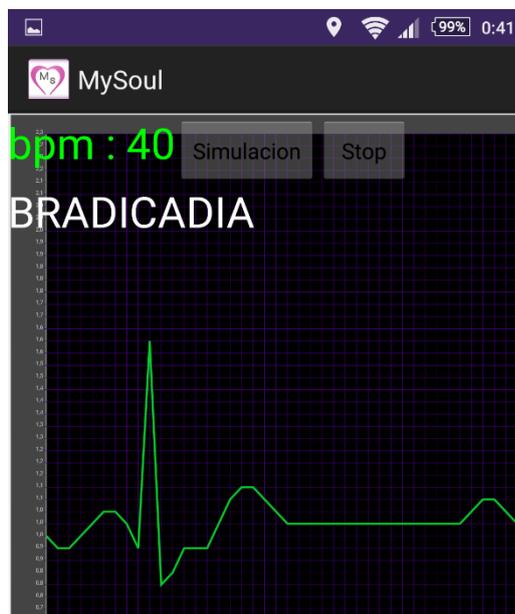
## ECG Taquicardia

Al escoger esta opción se podrá visualizar una onda ECG normal, en la parte superior, se mostrarán los botones de inicio y detención de la simulación. Al iniciar la simulación el dispositivo cambiara la señal mostrada y se incrementara los latidos en un 20% en relación a su frecuencia cardiaca máxima, permitiendo que se disparen las alarmas respectivas. La frecuencia cardiaca optima varía dependiendo del tipo de monitoreo escogido.



## ECG Bradicardia

Al escoger esta opción se podrá visualizar una onda ECG normal, en la parte superior, se mostrarán los botones de inicio y detención de la simulación. Al iniciar la simulación el dispositivo cambiara la señal mostrada y se disminuyendo los latidos en un 20% en relación a su frecuencia cardiaca mínima para este paciente, se disparen las alarmas respectivas.



## ECG Asistolia

Al escoger esta opción se podrá visualizar una onda ECG normal, en la parte superior, se mostrarán los botones de inicio y detención de la simulación. Al iniciar la simulación el dispositivo cambiara la señal mostrada y se presentara una línea recta, conocida como *flag Line*, y la pulsación

cardiaca se establece en 0. Lo que significa que el paciente se encuentra en estado crítico de emergencia.





**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS  
COMPUTACIONALES**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PLATAFORMA PARA EL REGISTRO  
Y VISUALIZACIÓN DE ECG EN EL SISTEMA OPERATIVO  
ANDROID: MEJORA DE LA VISUALIZACIÓN ECG EN  
TIEMPO REAL**

**MANUAL TECNICO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**AUTOR: VILLARROEL CRUZ CRISTHIAN FABIAN**

**TUTOR: ING MORÁN AGUSTO JOSÉ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

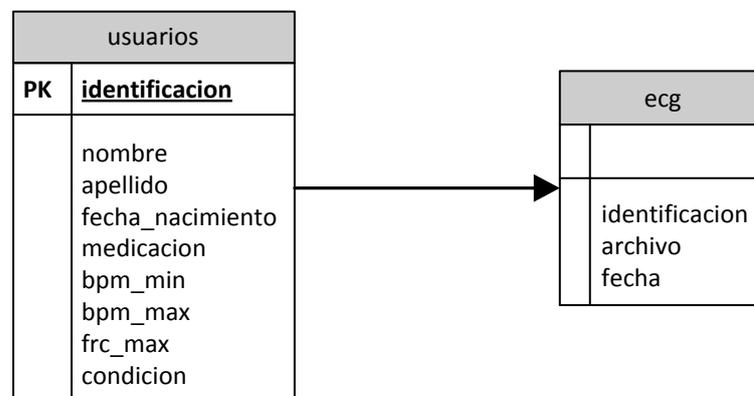
**2015**

## Manual Técnico

### Diagramas

#### Modelo entidad-relación

La base de datos estará almacenada utilizando el motor de SQLite. El modelo entidad relación para esta aplicación es muy sencillo ya que la aplicación almacena solo lo concerniente al paciente y sus ECG, la mayor parte de los datos se lo almacena en el servidor web.

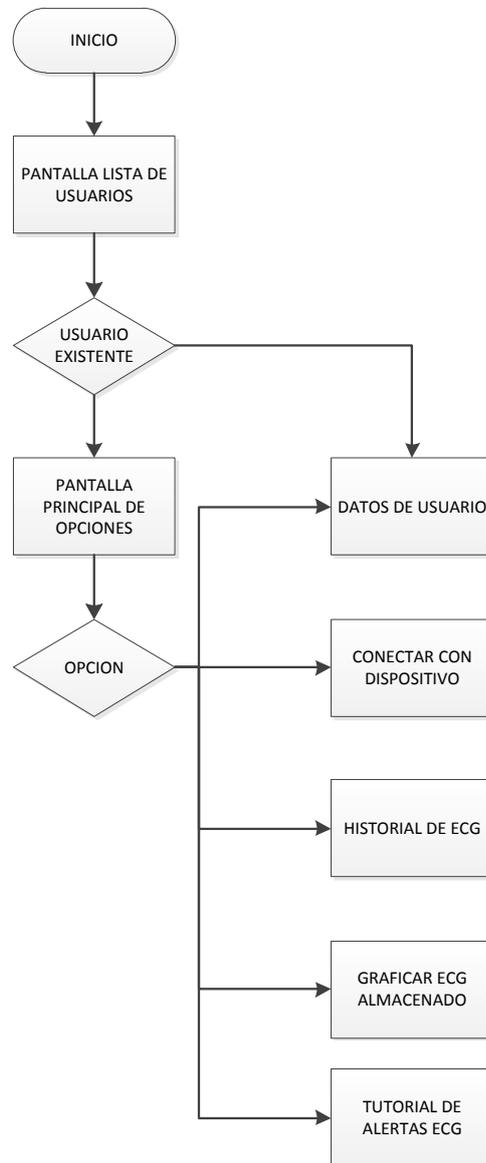


**Usuarios:** La tabla usuarios contiene información del paciente registrado en el equipo.

**ECG:** En esta tabla se registran cada uno de los ECG que el paciente envía al servidor web.

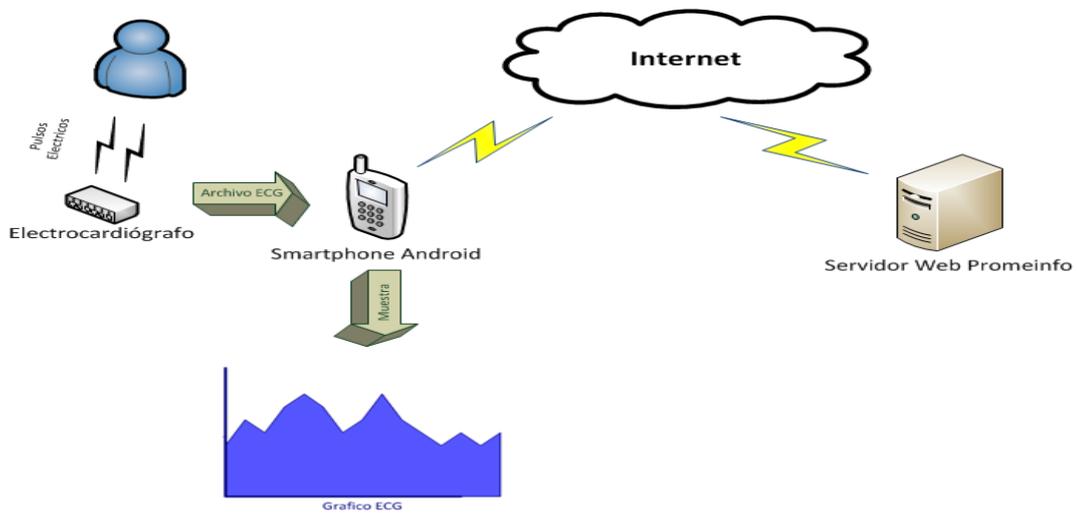
## Diagrama de Pantallas

En el siguiente diagrama se muestra el flujo de las distintas pantallas que tienen en la aplicación.



## Diagrama de funcionalidad aplicación

En el siguiente diagrama se muestra el flujo de manera general del aplicativo.



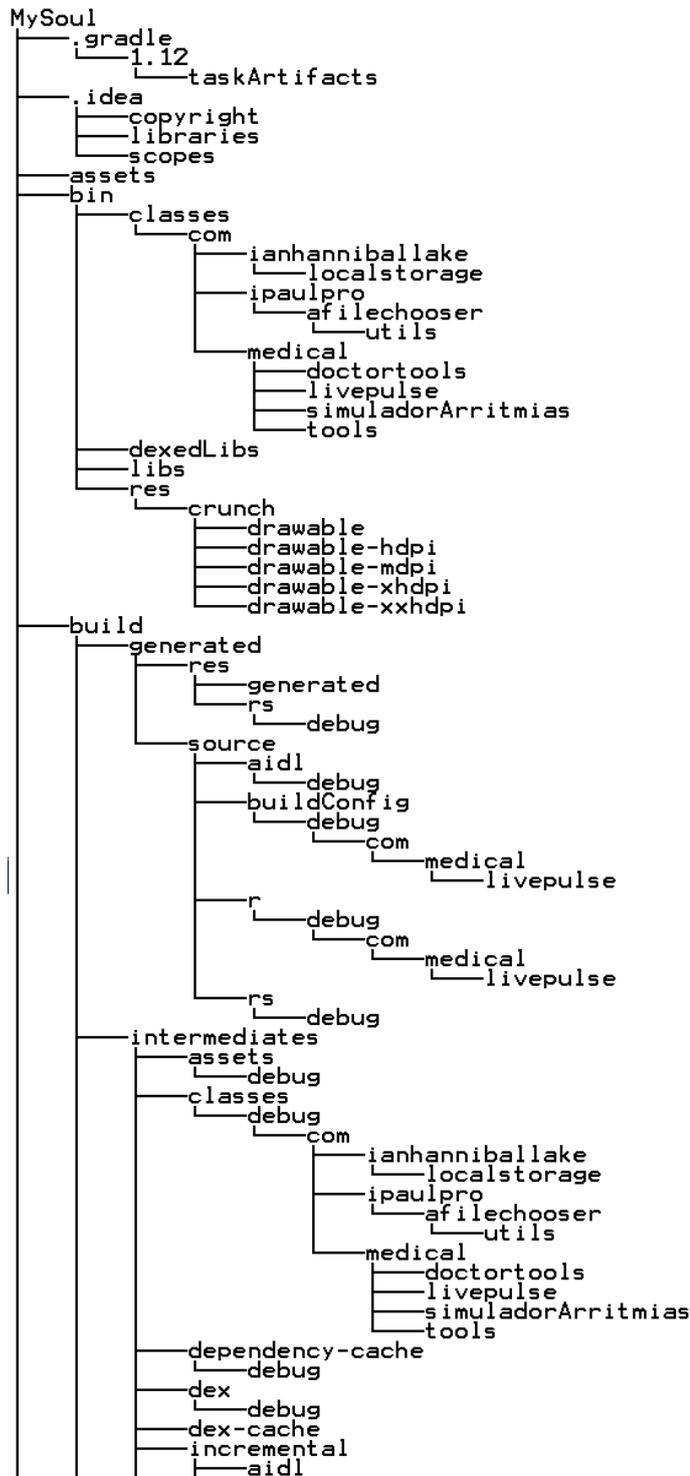
## Usuarios

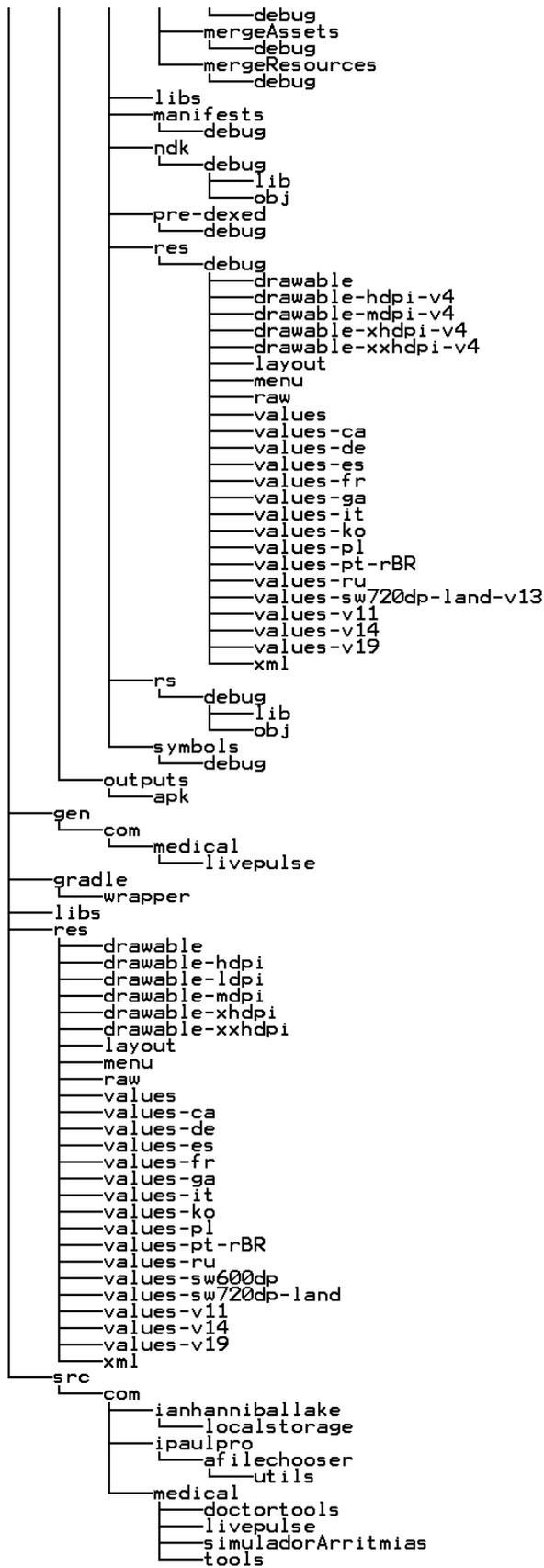
Los únicos usuarios de esta aplicación son los pacientes que han sido previamente asignados a un médico.

La aplicación soporta el manejo de múltiples usuarios, la información de estos estará almacenada en la base de datos SQLite, en la tabla usuarios, serán identificados por su número de identificación (Cédula de Ciudadanía).

## Estructura de archivos

La aplicación está distribuida en la siguiente estructura de directorios:





## **Activitys**

A continuación se muestra los activitys utilizados por la aplicación android:

- MySoulWelcomeActivity
- MySoulMainActivity
- MySoulUserActivity
- MySoulMenuSimulacion
- MySoulSimuladorOndaAsis
- MySoulSimuladorOndaTaq
- MySoulSimuladorOndaBrad

### **MySoulWelcomeActivity**

La finalidad de este activity es presentar la pantalla inicial de la aplicación.

En esta se muestra el listado de usuarios creados en el sistema y una opción para crear un nuevo usuario.

Si se escoge la opción de Nuevo usuario se llamará al activity MySoulUserActivity.

Si se escoge uno de los usuarios ya creados se llamará al activity MySoulMainActivity.

## **MySoulMainActivity**

Este activity mostrará las opciones del sistema. Dependiendo de la opción escogida de dirigirá a uno de los siguientes activitys:

MySoulUserActivity si se escoge la opción Datos Usuario.

MySoulChoseActivity si se escoge la opción Conectar con Dispositivo.

MySoulMenuSimulacion: si se escoge la opción Tutorial de Alertas ECG

## **MySoulUserActivity**

Con este activity se muestra el formulario para que se ingrese los datos del usuario del sistema.

En caso de ser llamado desde MySoulMainActivity, se mostrará los datos con los que se registró el usuario.

Al guardar estos datos se almacenan en la base de datos en la tabla "usuarios".

## **MySoulMenuSimulacion**

Este activity mostrará las opciones para el tutorial de notificaciones. Dependiendo de la opción escogida de dirigirá a uno de los siguientes activitys:

MySoulSimuladorOndaAsis: si se escoge la opción ECG Taquicardia.

MySoulSimuladorOndaTaq: si se escoge la opción ECG Bradicardia.

MySoulSimuladorOndaBrad: si se escoge la opción ECG Asistolia.

## Webservice

El aplicativo utiliza llamados a webservice. El wsdl sobre el cual se basa es el siguiente:

```
<wsdl:definitions xmlns:ns1="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/" xmlns:tns="http://servicio.ws.mysoul.edu.ec/" xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" name="WsMySoulServicio" targetNamespace="http://servicio.ws.mysoul.edu.ec/">
  <wsdl:types>
    <xs:schema xmlns:tns="http://servicio.ws.mysoul.edu.ec/" xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="unqualified" targetNamespace="http://servicio.ws.mysoul.edu.ec/" version="1.0">
      <xs:element name="consultarPersonaxCedula" type="tns:consultarPersonaxCedula"/>
      <xs:element name="consultarPersonaxCedulaResponse" type="tns:consultarPersonaxCedulaResponse"/>
      <xs:element name="registraUsuario" type="tns:registraUsuario"/>
      <xs:element name="registraUsuarioResponse" type="tns:registraUsuarioResponse"/>
      <xs:complexType name="consultarPersonaxCedula">
        <xs:sequence>
          <xs:element minOccurs="0" name="cedula" type="xs:string"/>
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
    </xs:schema>
  </wsdl:types>
</wsdl:definitions>
```

```

</xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="consultarPersonaxCedulaResponse">
<xs:sequence>
<xs:element minOccurs="0" name="persona" type="xs:string"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="registraUsuario">
<xs:sequence>
<xs:element minOccurs="0" name="cedula" type="xs:string"/>
<xs:element minOccurs="0" name="nombre" type="xs:string"/>
<xs:element minOccurs="0" name="apellido" type="xs:string"/>
<xs:element minOccurs="0" name="edad" type="xs:string"/>
<xs:element minOccurs="0" name="email" type="xs:string"/>
<xs:element minOccurs="0" name="uudi" type="xs:string"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="registraUsuarioResponse">
<xs:sequence>
<xs:element minOccurs="0" name="result" type="xs:string"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:schema>
</wsdl:types>
<wsdl:message name="registraUsuarioResponse">
<wsdl:part element="tns:registraUsuarioResponse" name="parameters"
></wsdl:part>
</wsdl:message>

```

```

<wsdl:message name="consultarPersonaxCedula">
  <wsdl:part element="tns:consultarPersonaxCedula" name="parameters"
  ></wsdl:part>
</wsdl:message>

<wsdl:message name="consultarPersonaxCedulaResponse">
  <wsdl:part element="tns:consultarPersonaxCedulaResponse" name="par
  ameters"></wsdl:part>
</wsdl:message>

<wsdl:message name="registraUsuario">
  <wsdl:part element="tns:registraUsuario" name="parameters"></wsdl:
  part>
</wsdl:message>

<wsdl:portType name="ServicioWsMySoul">
  <wsdl:operation name="consultarPersonaxCedula">
    <wsdl:input message="tns:consultarPersonaxCedula" name="consultarP
    ersonaxCedula"></wsdl:input>
    <wsdl:output message="tns:consultarPersonaxCedulaResponse" name="c
    onsultarPersonaxCedulaResponse"></wsdl:output>
  </wsdl:operation>
  <wsdl:operation name="registraUsuario">
    <wsdl:input message="tns:registraUsuario" name="registraUsuario"><
    /wsdl:input>
    <wsdl:output message="tns:registraUsuarioResponse" name="registraU
    suarioResponse"></wsdl:output>
  </wsdl:operation>
</wsdl:portType>

<wsdl:binding name="WsMySoulServicioSoapBinding" type="tns:Servici
  oWsMySoul">

```

```

<soap:binding style="document" transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"/>
<wsdl:operation name="consultarPersonaxCedula">
<soap:operation soapAction="" style="document"/>
<wsdl:input name="consultarPersonaxCedula">
<soap:body use="literal"/>
</wsdl:input>
<wsdl:output name="consultarPersonaxCedulaResponse">
<soap:body use="literal"/>
</wsdl:output>
</wsdl:operation>
<wsdl:operation name="registraUsuario">
<soap:operation soapAction="" style="document"/>
<wsdl:input name="registraUsuario">
<soap:body use="literal"/>
</wsdl:input>
<wsdl:output name="registraUsuarioResponse">
<soap:body use="literal"/>
</wsdl:output>
</wsdl:operation>
</wsdl:binding>
<wsdl:service name="WsMySoulServicio">
<wsdl:port binding="tns:WsMySoulServicioSoapBinding" name="ServicioWsMySoulPort">
<soap:address location="http://192.168.10.102:8081/ws-mysoul/WsMySoulServicio/ServicioWsMySoul"/>
</wsdl:port>
</wsdl:service>

```

```
</wsdl:definitions>
```

## Métodos de webservice

Del webservice se consume los siguientes métodos

.

### RegistraUsuario

Este método envía los datos de usuario del paciente y los almacena en la base de promeinfo.

Parámetro:

**uudi:** identificador único de cada uno de los dispositivos donde se instala el aplicativo.

**cédula:** Identificación única del paciente mediante el cual se lo enlaza con el ecg.

**nombre:** nombre del paciente.

**apellido:** apellidos del paciente.

**edad:** edad del paciente

**fechaNacimiento:** fecha de nacimiento del paciente en formato dd/mm/YYYY.

## **crearNotificacion**

Este método envía la notificación al médico con un fragmento de la señal ecg capturada de un paciente al servidor web.

Parámetros:

**alerta:** Nombre de la arritmia presentada.

**uudi:** identificador único de cada uno de los dispositivos donde se instala el aplicativo.

**cédula:** Identificación única del paciente mediante el cual se lo enlaza con el ecg.

**medicacion:** Medicamentos que puede haber estado tomando el paciente.

**ubicacion:** Nombre de la ciudad donde se encuentra el paciente.

**longitud:** Coordenadas obtenidas por GPS.

**latitud:** Coordenadas obtenidas por GPS

**fragmentoEcg:** Fragmento de la cadena de caracteres codificada en base64 de la señal capturada por el dispositivo electrocardiógrafo.

## **Layouts**

Los layouts que se utilizaron en el aplicativo son los siguientes:

- mysoul\_activity\_mainactivity
- mysoul\_simulador

### **mysoul\_activity\_mainactivity**

Este layout contiene la estructura para mostrar un listado de múltiples opciones, con un título, una imagen y una descripción.

Los activitys que hacen uso de este layout son:

- MySoulWelcomeActivity
- MySoulMainActivity
- MySoulSimuladorOnda
- 

### **mysoul\_simulador**

Este layout es el encargado de mostrar gráficamente la simulación de las diferentes arritmias que detectará el dispositivo.

Los activitys que utilizan este layout son los siguientes:

- MySoulSimuladorOndaTaq
- MySoulSimuladorOndaBrad
- MySoulSimuladorOndaAsis
- 

### **Librerías Externas**

Las librerías externas que se utilizaron en este aplicativo son las que se listan a continuación:

- com.ianhanniballake.localstorage
- com.ipaulpro.afilechooser
- Android API 20

## **com.ianhanniballake.localstorage**

Esta librería está incluida para el manejo de archivos internos del dispositivo android.

## **com.ipaulpro.afilechooser**

Esta librería está incluida para el manejo de archivos internos del dispositivo android.

Con esta librería se logra mostrar la acción para escoger un archivo utilizando una de las aplicaciones del Smartphone, y en caso de no existir ninguna aplicación disponible para realizar esta acción, se incluye una opción de selección de archivo propia de la librería.

## **Android API 20**

Esta es la librería principal de android, utilizando esta librería se compila el código de la aplicación.

Se compila utilizando esta versión pero la aplicación se la configuró como versión mínima android 4.0 (api level 14)

## Archivos de Configuración

En este aplicativo se utiliza el archivo de configuración Android.manifest.

### Android Manifest

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/andro
id"
    package="com.medical.livepulse"
    android:versionCode="1"
    android:versionName="1.0" >

    <uses-permission
android:name="android.permission.BLUETOOTH" />

    <uses-permission
android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN" />

    <uses-permission
android:name="android.permission.INTERNET"/>

    <uses-permission
android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE
"/>
```

```
<uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION"/
>

<uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_LOCATION_EXTRA_
COMMANDS"/>

<uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_LOCATION_READ_L
OGS"/>

<uses-permission
android:name="android.permission.VIBRATE"/>

<uses-sdk

    android:minSdkVersion="8"

    android:targetSdkVersion="18" />

<application

    android:allowBackup="true"

    android:icon="@drawable/ic_launcher"

    android:label="@string/app_name"

    android:theme="@style/AppTheme" >

    <activity
```

```

android:name="com.medical.livepulse.MySoulMainActivity"
    android:label="@string/app_name" >
        <intent-filter>
            <action
android:name="android.intent.action.VIEW"/>
                <category
android:name="android.intent.category.BROWSABLE" />
                    <category
android:name="android.intent.category.DEFAULT" />
                        <data
                                android:scheme="file"
android:pathPattern=".*\\.ecg" android:mimeType="*/*" />
                            <data
                                android:scheme="content"
android:pathPattern=".*\\.ecg"
android:mimeType="application/stream-octet"/>
                                </intent-filter>
                            </activity>
                        <activity
android:name="com.medical.livepulse.MySoulWelcomeActivi
ty" >
                            <intent-filter>
                                <action
android:name="android.intent.action.MAIN" />

```

```

        <category
android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
        </intent-filter>
    </activity>

    <activity
android:name="com.medical.livepulse.MySoulUserActivity"
/>

    <activity
android:name="com.medical.livepulse.MySoulHistory" />

    <activity

android:name="com.ipaulpro.afilechooser.FileChooserActi
vity"

        android:icon="@drawable/ic_chooser"
        android:enabled="@bool/use_activity"
        android:exported="true"
        android:label="@string/choose_file" >
        <intent-filter>
            <action
android:name="android.intent.action.GET_CONTENT" />

```

```
        <category
android:name="android.intent.category.DEFAULT" />
        <category
android:name="android.intent.category.OPENABLE" />
        <data android:mimeType="text/*" />
    </intent-filter>
</activity>

    <activity
android:name="com.medical.livepulse.WaveActivity"/>
        <activity
android:name="com.medical.livepulse.ShowSendActivity"/>
        <activity
android:name="com.medical.livepulse.DoctorMainActivity"
/>
        <activity
android:name="com.medical.livepulse.SendMailActivity"/>
        <activity
android:name="com.medical.livepulse.MySoulFirstActivity
"/>
```

```

        <!--activity
android:name="com.medical.livepulse.MySoulBlueTooth"/--
>

        <activity
android:name="com.medical.livepulse.MySoulRTWaveActivit
y"/>

        <activity
android:name="com.medical.livepulse.MySoulChoseActivity
"/>

        <!-- ACTIVITY SIMULADOR -->

        <activity
android:name="com.medical.simuladorArritmias.MySoulMenu
Simulacion" >

                <intent-filter>

                        <action
android:name="android.intent.action.VIEW" />

                                <category
android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />

                        </intent-filter>

                </activity>

        <!-- activity
android:name="com.medical.simuladorArritmias.MySoulMenu
Simulacion"/ -->

```

```
        <activity
android:name="com.medical.simuladorArritmias.MySoulSimu
ladorOndaTaqu"/>
        <activity
android:name="com.medical.simuladorArritmias.MySoulSimu
ladorOndaBrad"/>
        <activity
android:name="com.medical.simuladorArritmias.MySoulSimu
ladorOndaAsis"/>

    </application>

</manifest>
```