

PROTOTIPO DE SOFTWARE DE TELEMEDICINA PARA PACIENTES CON
HIPERTENSION ARTERIAL EN DISPOSITIVOS MÓVILES CON SISTEMA
OPERATIVO ANDROID.

Autor

IVAN DARIO GONZALEZ PEÑALOZA

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA DE SISTEMAS
BOGOTA D.C.
2012

TABLA DE CONTENIDO

1.	TITULO	Pág. 5
2.	PROBLEMA	5
2.1	Enunciado del problema	5
3.	OBJETIVOS	10
3.1	Objetivo general	10
3.2	Objetivos específicos	10
4.	JUSTIFICACION	11
5.	MARCO DE REFERENCIA	14
5.1	Marco Teórico	14
5.2	Colombia y la Telemedicina	17
5.3	Dispositivos Móviles	19
5.4	Sistemas Operativos para dispositivos móviles	21
5.5	Programación en Dispositivos móviles	22
5.6	Dispositivos de seguimiento médico	24
5.7	Estándar ISO/IEEE 11073	26
6.	METODOLOGIA	28
7.	ANALISIS	30
7.1	Descripción funcional del proceso	30
7.2	Especificación de requerimientos	34
7.3	Interfaz del sistema	37
7.4	Interfaz del usuario	38

7.5	Interfaz del software	38
7.6	Características del usuario	39
7.7	Coacciones	39
7.7.1	Políticas regulatorias	39
7.7.2	Limitaciones del hardware	39
7.7.3	Funciones de auditoria	39
7.7.4	Requerimientos de confiabilidad	40
7.7.5	Condiciones de seguridad	40
8.	REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS	40
8.1	Requerimientos interfaz externa	40
8.1.1	Interfaz de usuario	40
8.1.2	Interfaz de software	41
8.2	Requerimientos funcionales	41
8.2.1	Requerimientos de lectura de datos	42
8.3	Especificación de requerimientos	43
8.3.1	Actores	43
8.3.2	Diagramas de casos de uso	44
8.3.3	Diagramas de estado	51
8.3.4	Diagramas de secuencia	53
9.	DISEÑO	55
9.1	Diagrama de red	55
9.2	Modelo Entidad Relación	58
9.3	Diccionario de datos	59

9.4	Diagrama de clases	62
10.	DESARROLLO	63
11.	PRUEBAS	71
12.	GLOSARIO DE TERMINOS	74
13.	CONCLUSIONES	76
14.	BIBLIOGRAFIA	75

1. TITULO

PROTOTIPO DE SOFTWARE DE TELEMEDICINA PARA PACIENTES CON HIPERTENSION ARTERIAL EN DISPOSITIVOS MÓVILES CON SISTEMA OPERATIVO ANDROID.

2. PROBLEMA

2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La Hipertensión es considerada una enfermedad crónica asintomática que se caracteriza por la elevación de la presión arterial sistólica mayor o igual a 120 mm Hg y una presión diastólica mayor o igual a 80 mm Hg. (Joint National Committee on Prevention, Detection, and Treatment of High Blood Pressure, [JNC-VII], 2003),

Es así como en el informe de la Organización Mundial de la Salud en el año 2005, alerta acerca las repercusiones económicas de las enfermedades crónicas como se le denomina a la Hipertensión arterial y a la diabetes, es así como le solicita a los países que analice y apliquen medidas que puedan controlar y reducir las complicaciones de esta enfermedad. Con esto se espera un impacto de evitar al año 2015 la muerte de 36 millones de personas en todo el mundo por causa de las enfermedades crónicas.

Por esto es considerada el tercer motivo de comorbilidad de muerte en el mundo y el mayor motivo de consulta médica de acuerdo a la OMS. La hipertensión arterial

es una de las enfermedades silenciosas de mayor impacto en complicaciones de la salud de los colombianos, es así como de acuerdo al informe del Centro de Proyectos para el Desarrollo de la Universidad Javeriana, en su documento de Trabajo ASS /DT 016-05 llamado la Descripción de la mortalidad por departamentos. Colombia año 2000, donde se evidencia que las Enfermedades Hipertensivas tienen una tasa de mortalidad de 20.6 por 100.000 para el género femenino y una tasa de 17.4 por 100.000 para el género masculino, sin dejar de lado que son una enfermedad base de las complicaciones que tienen la mayor tasa de mortalidad en Colombia como lo es la enfermedad cerebrovascular y la cardiopatía congénita.

De acuerdo a estudios realizados por la Dra. Lizeth Paola Morero Moreno en sus tesis de Maestría en Epidemiología Clínica de la Universidad Javeriana, establece que el 11% de la población de Bogotá y Cundinamarca entre 18 y 60 años se les ha sido diagnosticado enfermedad hipertensiva, lo que de acuerdo al censo general 2005 realizado por el DANE, que proyecta una población para Bogotá en el año 2010 de 7.363.782 habitantes de los cuales el 69% de ellos se encuentra entre los 18 y 60 años de edad, de acuerdo a los estudios de la Dra. Moreno en Bogotá viven aproximadamente 558.911 personas con diagnóstico de hipertensión arterial.

De acuerdo a estudios de la Gerencia Técnica y de Evaluación de Nueva EPS el 2% de los pacientes que tienen diagnóstico de enfermedad hipertensiva se

hospitalizan mensualmente por algún tipo de comorbilidad relacionado, es así como se esperaría para la ciudad de Bogotá la hospitalización de aproximadamente 11.178 pacientes, de acuerdo a las camas hospitalarias habilitadas a IPS en Bogotá sin tener en cuenta su clasificación hay 12.589 camas en Bogotá para todas los diagnósticos es así como la emergencia funcional es declarada por las IPS Hospitalarias de manera frecuente y es insuficiente el número de camas hospitalarias.

Según el informe del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación de Colombia relacionado con el avance anual en el sector de las telecomunicaciones presenta para el año 2010 una creciente oferta de dispositivos móviles en Colombia que ha llevado a una masificación en el país, evidenciándose un aumento de abonados celulares con planes de acceso a internet móvil, así como las inversiones de las empresas del sector de las comunicaciones en plataformas como 3G y 4G, además las tiendas en línea para dispositivos móviles como iTunes y BlackBerry App World presentan una gran oferta de software para este tipo de dispositivos desde herramientas de entretenimiento pasando por herramientas de productividad hasta herramientas de desarrollo.

Los usuarios de los dispositivos móviles día a día conocen más acerca de las utilidades de sus equipos y cada vez exigen más y mejores aplicativos que simplifiquen sus actividades cotidianas, es así como el uso de herramientas gratuitas de comunicación, almacenamiento de archivos, visor y editor de documentos, acceso rápido y seguro a redes inalámbricas son más populares

conlleando a una búsqueda de nuevos servicios y beneficios a sus smartphome, es así como las entidades financieras ya ofrecen servicios a través de los dispositivos móviles de sus Clientes.

Las personas que tienen un dispositivo móvil quieren tener la mayor cantidad de servicios a sus manos, en cualquier momento y lugar, que le ayuden a tener su información en el lugar y momento indicado.

El campo de la telemedicina durante los últimos años ha tenido un incremento en su uso de 47% para el año 2010 según estudios realizados por ACEMI (Asociación Colombiana de Empresas de Medicina Integral) para acercar la utilización de tecnologías médicas como imágenes diagnósticas, consultas médicas y acompañamiento a procesos quirúrgicos en municipios alejados de los centros urbanos de Colombia.

El mundo actual es muy rápido, los desplazamientos son mucho más demorados, la necesidad de tiempo en las personas que trabajan y que cada día cuentan con menos tiempo para su vida personal, así como la disponibilidad para asistir a las citas y controles médicos que demandan en algunos casos horas en el desplazamiento.

En los dispositivos móviles se tiene información, comunicación y servicios que enfocados a necesidades primarias de los seres humanos sería de mucha importancia, para la sociedad actual, el tiempo es dinero.

La proliferación de la tecnología hace que exista información al alcance de todos,

cada día las personas se capacitan mas, esto lleva a que las necesidades fundamentales como la salud sean una preocupación diaria, pero al mismo tiempo no contamos con espacio necesario para desplazarnos a una consulta médica por afecciones menores en nuestra salud, pero que pueden perjudicar nuestro rendimiento laboral y familiar.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un prototipo de telemedicina aplicado a dispositivos móviles con sistema operativo Android.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar los requerimientos para el desarrollo de aplicativos en dispositivos móviles.
- Diseñar software de telemedicina para dispositivos móviles con sistema operativo Android
- Elaborar prototipo de software de telemedicina para dispositivos móviles con sistema operativo Android
- Realizar pruebas de funcionamiento al prototipo.

4. JUSTIFICACION

De la mano del desarrollo en el sector de las telecomunicaciones esta la telemedicina, servicio que ha sido destinado en Colombia para acercar algunas técnicas de la medicina a los sitios más alejados del país, desarrollos que han sido orientados a optimizar los canales de comunicaciones y transferencia de videos del consultorio al sitio de residencia del paciente.

Por otra parte encontramos los laboratorios farmacéuticos y de elementos médicos que con gran cantidad de recursos invierten año tras año en investigación y desarrollo que buscan ofrecer nuevas soluciones a un problema universal: La Salud. Estos Laboratorios han trabajado en un proceso de interconectividad de sus dispositivos con otros equipos de cómputo, es así como se han incluido en sus nuevos equipos médicos conectores USB y tecnología WiFi.

Buscando aprovechar el crecimiento del sector de las telecomunicaciones y de la salud, sus herramientas de hardware y software que permiten desarrollar aplicativos para cubrir una necesidad básica del ser humano: la salud, buscando ofrecer una herramienta que permita desde el teléfono móvil tener accesos a seguimiento médico en cualquier momento y lugar a través de un aplicativo en su smartphone, permitiendo optimizar el uso de las herramientas tecnológicas con las que se cuentan hoy en día.

Llevar la telemedicina a la mano de los miles de personas que en Colombia tienen un teléfono móvil en sus manos es un reto que beneficia al sector de la salud con una mayor cobertura en sus servicios y una optimización de las herramientas tecnológicas que se ofrecen por parte de las compañías de telecomunicaciones y un alivio al sector de la salud en Colombia.

La importancia de ofrecer aplicativos de telemedicina para dispositivos móviles será de gran utilidad para aumentar la variedad de herramientas para satisfacer las necesidades de los usuarios de estos dispositivos, acercando más al médico a las necesidades diarias de sus pacientes, optimizando los métodos de control a patologías que así lo requieren ofreciendo una mejor calidad de vida de los colombianos.

Teniendo en cuenta la poca oferta de camas hospitalarias en Bogotá para el manejo de los pacientes con diagnóstico de enfermedad hipertensiva y aplicando las nuevas tecnologías y la búsqueda de la interconectividad entre los diferentes dispositivos médicos se debe emplear para que estas herramientas permitan realizar seguimiento a estos pacientes desde sus hogares y sitios de trabajo, con un seguimiento permanente por parte de un equipo especializado y una respuesta oportuna a los diferentes requerimientos médicos de los pacientes sin que tengan que asistir a hospitales ayudando a la congestión en las IPS.

Es así como el Gobierno Colombiano a través del ministerio de las TIC, tiene como meta llegar a una cobertura de internet para el año 2015 del 45% del total de

la población colombiana, la conectividad del 95% de las IPS del país a internet y un aumento a los servicios de telemedicina para los servicios de salud a los habitantes de los sitios más lejanos del país.

Es así como la Secretaria de Salud de Bogotá y la Universidad Nacional de Colombia durante el año 2011 puso en marcha el servicio de telemedicina para el servicio de pediatría con el fin de evitar que los niños tengan que asistir a las IPS Hospitalarias de la capital de la republica debido a la insuficiencia de camas para el servicio de pediatría. Esta experiencia ha sido muy exitosa ya que se ha evitado el contagio de los niños de infecciones típicas que se encuentran en los Hospitales empleando herramientas tecnológicas y de comunicaciones que permiten acceder al servicio de una manera ágil y segura.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEORICO

La telemedicina aparece por primera vez en el año de 1924 en la revista Radio News, se presenta el caso de un médico que examina a su paciente a través de un radio con una pantalla, en el año de 1950 en la Universidad de Nebraska se empieza a realizar experimento de realizar consultas a través del circuito cerrado de televisión. En 1960 la NASA realiza algunos estudios para la aplicación de la telemedicina en sus viajes al espacio.

En los años 90 frente a la caída de los precios del hardware acompañado de un aumento en la oferta de telecomunicaciones empieza un desarrollo importante en esta área por parte de compañías Noruegas e Inglesas para la atención de sus habitantes en poblaciones alejadas evitando el traslado del paciente hacia las ciudades en las cuales se contaba con el servicio.

La telemedicina se enfocaba en el control de pacientes hospitalizados en las Unidades de Cuidado Intensivo para realizar seguimiento a los pacientes que debían ser monitoreados continuamente, lo que conllevó a que los diferentes hospitales realizaran alianzas con laboratorios específicos debido a que no había interconectividad entre los dispositivos de los diferentes laboratorios, es así como

los ingenieros pasaron a ser de soporte y mantenimiento de estas tecnologías.

Para establecer la interoperabilidad y estandarización se deben desarrollar un ecosistema de nuevas tecnologías es búsqueda de:

- Interoperabilidad de dispositivos médicos: que se establece con la estandarización a través de la IEEE11073.
- Interoperabilidad de intercambio con la Historia Clínica: Basados en la norma EN13606 aprobada por el comité europeo de normalización y por ISO.
- Interoperabilidad de interfaz de conexión: Basado en los diferentes tipos de conectividad de los dispositivos médicos y los dispositivos computacionales (RS232/USB/Bluetooth/ZigBee)
- Interoperabilidad de tecnologías end to end: Apoyado en tecnologías XML y Web Service.

Con el impacto de las nuevas tecnologías y la tendencia de interconectividad entre los diferentes dispositivos médicos, móviles de comunicaciones, computadores personales, tabletas entre otros se desarrolla por parte del comité de estándares europeo el protocolo IEEE 11073 buscando la interoperabilidad específica de los dispositivos médicos y definiendo secciones X73 diseñando normas específicas para los dispositivos médicos.

En la actualidad varias compañías se encuentran trabajando en esta área una de ellas es CISCO en un proyecto denominado "Cisco HealthPresence" que permite

mejorar la comunicación entre el médico y el paciente en lugares distantes pruebas que ha desarrollado en el Hospital de pediatría Juan P. Garrahan en Argentina.

5.2 COLOMBIA Y LA TELEMEDICINA

Los estudios realizados por estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad del Cauca se ha identificado que el campo de la telemedicina es un área muy interesante para el desarrollo de aplicaciones que busquen el bienestar de la población en una necesidad fundamental como la salud, utilizando herramientas tecnológicas que permitan dar cumplimiento a la ley 100 de 1993 y poder ofrecer programas de promoción y prevención adecuados a la población colombiana.

El Gobierno Nacional en cabeza del Ministerio de Protección Social y el Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicación ha iniciado un proyecto de fomentar el uso de la telemedicina para ampliar la cobertura de servicios de salud. Este proyecto está en manos del Colciencias quienes son los encargados de realizar las convocatorias para la presentación de nuevos proyectos.

El Grupo de Investigación de la Universidad Nacional en Telemedicina a través del grupo de investigación Bioingenium, encabeza proyectos de la red de telemedicina que opera la red en los diferentes municipios de difícil acceso en el país, también lidera proyectos como el Hospital Virtual, el Sistema de Información SARURO y la plataforma de capacitación Sofía, entre otros desarrollos, en donde buscan

integrar los procesos de capacitación, atención y minería de datos para apoyar la toma de decisiones de las diferentes secretarías de salud de Colombia.

Es así como el Grupo de Investigación de la Universidad Nacional Bioingenium trabaja en cuatro líneas de investigación:

- **Aplicaciones en Salud:** En este espacio se desarrollan plataformas y aplicaciones que permiten un mejor desempeño de los profesionales de la salud y la interacción entre paciente y médico.
- **Computación Gráfica:** Encargada de realizar proyectos de simulación y visualización que empleando modelos matemáticos permite a los médicos ver imágenes en 2D y 3D.
- **Interpretación y Recuperación:** Proyectos encargados de comparar los patrones que ayude al análisis de las imágenes diagnósticas.
- **Representación y Análisis:** Línea encargada de los proyectos de comunicaciones en tiempo real que permitan tener imágenes claras que apoyen al médico en la determinación de la conducta médica.

Es así como con el apoyo de Colciencias y Caprecom en alianza con universidades colombianas e internacionales trabajan en el desarrollo de nuevas tecnologías con el objetivo de buscar bienestar de los pacientes y para el caso de Colombia llegar a los sitios más alejados del país y que no cuentan con servicios locales de salud.

Otro grupo de investigación que ha venido desarrollando nuevas tecnologías de origen privado es el de la Fundación Santafé de Bogotá y la Universidad de los Andes quienes viene adelantando proyectos de telesalud para la atención en vivo y diferido a pacientes en diferentes lugares del país, en la actualidad cuentan con servicios de telesalud en especialidades clínicas e imágenes diagnósticas. Este grupo de investigación de la Fundación Santafé cuenta con desarrollos en tecnologías de información y comunicación con el fin de jalonar el desarrollo tecnológico en esta área y hacer más accesible los servicios de salud a los colombianos.

Dentro de los proyectos interesantes que viene desarrollando la Fundación Santafé de Bogotá es la búsqueda de la estandarización del manejo de la información médica en Colombia, a través de la Fundación Health On the Net, ONG que busca bajo siete principios el manejo ético de la información médica. Los siguientes son los principios que promueve la Fundación HON:

- Autoría
- Complementariedad
- Confidencialidad
- Atribución, Referencias y Actualización
- Garantía
- Transparencia de los Autores
- Transparencia del Patrocinador
- Honestidad en la política publicitaria.

En Colombia se adelantan otros proyectos de telemedicina en la Universidad Javeriana en el Grupo de Investigación de Bioingeniería, la Universidad Manuel Beltrán a través del Centro de Investigaciones, entre otras. Todos estos proyectos de investigación y desarrollo cuentan con el apoyo de Colciencias, Instituciones de Salud y Empresas Privadas.

5.3 DISPOSITIVOS MOVILES

Los dispositivos móviles ha crecido de una forma exponencial, es así como en la actualidad se tiene mayor número de dispositivos móviles que habitantes en el mundo, hace algunos años se veía como algo de ciencia ficción y en algunas reconocidas películas como el agente 86 o aun Dick Tracy, pero esto es una realidad al alcance de la mayoría de los habitantes del planeta. Este sueño se hace realidad en el año de 1990 con la aparición de distintos estándares de comunicaciones como GSM, CDMA ONE, PDC el teléfono celular se convierte fusión de tecnologías de comunicaciones, electrónica y telefonía que dieron como resultado este exitoso producto.

El año 2000 llego no solo con diferentes expectativas sobre los posibles fallos de los computadores y el software, trajo consigo una nueva moda, la movilidad en las comunicaciones, ya no solamente bastaba con poderse comunicar inalámbricamente sino que era una nueva forma de compartir información, es así como surge una nueva familia de teléfonos llamados “inteligentes” o smartphone,

es así como surgen nuevos aplicativos que facilitaban la comunicación entre los usuarios.

Este auge trae un nuevo requerimiento por parte de los usuarios y es el sistema operativo de estos teléfonos que permitiera la ejecución de aplicaciones mucho más “robustas” y funcionalidades, pero al mismo tiempo surgen otros dispositivos de mano liderado por empresas como COMPAQ, PALM, entre otras que hacen predecir un nuevo mercado.

Los sistemas operativos eran exclusivos de los computadores de escritorio, pero el avance tecnológico en los teléfonos móviles y la necesidad de agregar más utilidades llevaron al mercado a desarrollar sistemas operativos para la nueva generación de teléfonos inteligentes (smartphone).

Es así como el desarrollo tecnológico pone a competir en el mercado los smartphone o teléfonos “inteligentes” y los organizadores o computadores de mano en donde encontramos nuevos competidores que han reaccionado rápidamente a este desarrollo tecnológico, es así como en la actualidad compañías como Samsung, Google, Apple han entrado a ser grandes competidores al lado de algunos tradicionales que han logrado sobrevivir como Nokia.

Las compañías de software han venido desarrollando sistemas operativos para optimizar el uso del hardware del teléfono y poder ofrecer aplicaciones mas robustas a los usuarios, los más comunes en el mercado son Symbian de Nokia y

Sony-Erickson, BlackBerry OS de RIM, Windows Mobile de Microsoft, iPhone OS de Apple y Android de Google.

5.4 SISTEMAS OPERATIVOS PARA DISPOSITIVOS MOVILES

El desarrollo de los dispositivos móviles trae consigo el desarrollo de sistemas operativos que permitan la ejecución de aplicaciones cada vez más interesantes para los usuarios de estos dispositivos, es así como la competencia cada día es más interesante beneficiando al cliente de los teléfonos inteligentes, tabletas, computadores de mano y todos los dispositivos móviles en general.

Dentro de estos nuevos sistemas operativos encontramos Windows Mobile, distribuido por Microsoft, que por su amplio reconocimiento en el mercado y la compatibilidad con las aplicaciones de mayor uso en los computadores de escritorio, es una opción interesante para su uso, es así como desarrolladores de teléfonos inteligentes y dispositivos móviles como Palm, HP, HTC entre otros emplean el Software de esta reconocida empresa.

Dentro de las características más relevantes de Windows Mobile 7.0 esta es soporte de tecnologías de comunicación 3G, soporte para conexiones con PC a través de micro USB, Bluetooth, WiFi, uso de pantalla touch screen pero no tiene soporte para flash ni ejecución de aplicaciones .cab. Cuenta con un software de conexión para el intercambio de archivos llamado Windows Mobile Device Center, anteriormente llamado Active Sync.

Dentro de los diferentes proveedores de esta clase de software encontramos a Apple que incursiona con el iPhone al mercado de los dispositivos móviles con gran éxito y su tienda virtual iTunes en donde se encuentran millones de aplicaciones con para todos los gustos y bolsillos.

Apple cuenta con su sistema operativo iPhone OS el cual permite conectividad a través con el PC, redes inalámbricas y Bluetooth, es el líder en la actualidad en el mercado de los dispositivos móviles.

El desarrollo de aplicativos para dispositivos móviles empleando software libre no podía quedar atrás, es así como Google desarrolla Android, el cual es un sistema operativo desarrollado sobre el kernel de Linux con unas librerías específicas para Android llamadas "Android Runtime" que contiene las librerías core libraries y dalvik virtual machine que acompañado del lenguaje de programación IntelliJ IDEA y su framework que permite desarrollar aplicativos robustos y confiables para dispositivos móviles que utilizan como sistema operativo Android.

Android al proporcionar una plataforma de desarrollo abierto permite acceder fácilmente al hardware de los dispositivos y pleno acceso al API, permitiendo un amplio conjunto de herramientas que permiten desarrollar aplicativos reutilizando componentes, utilizar datos de otras aplicaciones y tener acceso a dispositivos externos.

Según el manual de referencia del sistema operativo Android proporciona un API que soporta el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) con un grupo de servicios

que permite realizar fácilmente conexiones inalámbricas y la implementación de desarrollos de videoconferencia y mensajería instantánea. Además soporta tecnologías inalámbricas NFC (Near Field Communication) que permite operar a unas tasas promedio de 106.kbit/s hasta 848 kbit/s, soportando además otras tecnologías inalámbricas como WiFi o Bluetooth.

El desarrollo de aplicaciones para dispositivos con sistema operativo Android cuenta con herramientas proporcionadas por el SDK las cuales se pueden acceder a través de un plug-in de Eclipse llamado ADT (Android Developer Tools). Desde la versión de Android 2.2 se incorpora soporte para aplicaciones empresariales permitiendo mayor soporte a tecnologías Exchange y mayores niveles de seguridad que permiten cumplir con las exigencias del mercado actual.

5.5 PROGRAMACION EN DISPOSITIVOS MOVILES.

En los dispositivos móviles se han desarrollado sistemas operativos jamás imaginados para estos equipos, con el fin de permitir el desarrollo de nuevas soluciones a los usuarios y la facilidad de la conectividad con base de datos y herramientas que hasta hace algún tiempo eran de uso exclusivo de los PC.

Es así como herramientas como el SDK de Android, permite la integración y el desarrollo de esta plataforma con el editor de java eclipse o netbeans, lo que permite realizar desarrollo desde una plataforma de escritorio con simulación del

funcionamiento de estos aplicativos en los dispositivos móviles, en sus diferentes versiones y marcas, lo que permite desarrollar soluciones más portables.

5.6 DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO MEDICO.

La industria farmacéutica ha empleado tiempo y dinero al desarrollo de nuevas tecnologías que permitan el control y la detección de las enfermedades oportunamente, es así como se desarrollan una serie de equipos de apoyo diagnóstico y terapéutico con el fin de apoyar el trabajo de los médicos.

Dentro del desarrollo de estos equipos encontramos algunos que han sido cruciales para el diagnóstico de enfermedades como lo son los equipos de rayos x, que permiten visualizar la estructura ósea de los pacientes, los glucómetros que permiten medir el nivel de azúcar en la sangre de los pacientes, los oxímetros que permite medir los niveles de oxigenación de la sangre, los tensiómetros que permiten medir la presión arterial.

Dentro de los equipos médicos que serán objeto de estudio encontramos los tensiómetros que nacen de la necesidad de medir la fuerza que ejerce la sangre al circular por las arterias, es así como a finales del siglo XIX se inventa un aparato que permite realizar estas medida con la ayuda de una banda de caucho que se enrollaba en el brazo y una manguera que permitía llevar el mercurio hasta un tubo de vidrio milimetrado donde se podía medir la fuerza ejercida, es así como se

da inicio al diagnóstico de una enfermedad silenciosa y que había llevado a la muerte a miles de personas en el mundo.

Este equipo ha ido evolucionando pero el mayor desarrollo se dio a comienzos de los noventa, cuando se empiezan a desarrollar dispositivos digitales que permite que cualquier persona pueda realizar este proceso sin tener conocimientos en enfermería o medicina, es así, como los laboratorios farmacéuticos empiezan a popularizar este tipo de equipos médicos a comienzos del año 2000, ya que estos eran exclusivos del personal médico.

Lo que no se esperaba es el vuelco que la tecnología iba a dar al mundo y es así como la proliferación del computador personal y de los dispositivos móviles, hacen necesario que estos dispositivos médicos permitan tener conectividad, todo esto apoyado en la disminución de los costos para adquirir este tipo de equipos.

Todos los esfuerzos en desarrollar integración entre los dispositivos biomédicos, los pc e internet ha sido un logro gracias a los esfuerzos en desarrollo de investigación y desarrollo de compañías multinacionales del sector farmacéutico, industria biomédica, de las universidades y diversas compañías que han visto en este tipo de proyectos un paso hacia la búsqueda de nuevos beneficios de la tecnología a servicio de la comunidad y ofreciendo mejor calidad de vida.

5.7 ESTANDAR ISO/IEEE 11073

La necesidad de establecer interoperabilidad entre los equipos biomédicos y los computadores de los diferentes fabricantes de equipos médico, hace necesario el

desarrollo de un estándar que permita la integración de estos dispositivos, es así como la ISO desarrolla el estándar que permite la conectividad de sistemas *end to end*, el aumento en el uso de tecnologías de conectividad como Bluetooth y el incremento de la utilización de internet y el desarrollo de la industria en el sector de la salud, generaron un desarrollo mucho más rápido de lo esperado en estos estándares.

Es así como este desarrollo conllevó al desarrollo de capítulos de este estándar para los dispositivos de mayor uso comercial, permitiendo establecer normas entre los diferentes productores de estos dispositivos, es así como en el siguiente gráfico observamos su clasificación:

ESTANDAR X73-PHD				
DISPOSITIVOS				
Oxímetro	Tensiometro	Termometro	Glucometro	Cardiología
-10404	-10407	-10408	-10417	-10441
OPTIMIZACION DEL PROTOCOLO DE INTERCAMBIO				
TRANSPORTE				

Figura 1: Mapa de Pila del Protocolo X73-PHD

En la gráfica anterior se observan tres niveles, en el nivel de dispositivos se agrupan una serie de dispositivos médicos de mayor uso relacionados por su función y la métrica utilizada; en el segundo nivel encontramos la capa de optimización del protocolo de intercambio, que permite en crear un PDU(Protocol Data Unit) con información médica relacionada optimizada con unas reglas de

codificación denominadas MDER (Medical Device Encoding Rules) y por último se encuentra la capa de transporte que es la encargada de permitir la interoperabilidad entre los dispositivos que usan el estándar.

6. METODOLOGIA

La metodología seleccionada para la implementación de este proyecto será el método incremental de iteración de procesos debido a que el desarrollo de software se realiza mediante la construcción de prototipos, además que no es necesario tener la totalidad de las especificaciones del software debido a que permite desarrollarse conjuntamente con el software.

Esta metodología permite adicionar en próximos prototipos una profundización en conceptos y equipos médicos que no hacen parte de este proyecto.

Esta metodología se encuentra dividida en cuatro partes:

- **Análisis:** Permite recolectar la información necesaria para realizar el prototipo inicial o su incremento en utilidades, aplicando el uso de UML que permita emplear esta técnica para la diagramación del análisis del problema.
- **Diseño:** Empleando herramientas de modelado y seguimiento se construye la documentación necesaria.

- **Código:** Elaboración del proceso de programación del prototipo, de acuerdo al diseño realizado, utilizando como herramientas el lenguaje de programación java y el kit de desarrollo para plataforma Android.
- **Prueba:** Identifica si el software realiza las tareas esperadas de acuerdo al proceso de diseño y establecidas para el prototipo.

Es una metodología que permite desarrollar prototipo en menor tiempo con una compañía permanente del cliente que exige una muy buena planeación, permitiendo agregar utilidades al software de una manera progresiva.

7. ANALISIS

7.1 DESCRIPCION FUNCIONAL DEL PROCESO

De acuerdo la aplicación de entrevistas a personal de EPS e IPS que prestan el servicio de salud a pacientes crónicos en Nueva EPS, se identifica que la mayoría de los casos de hospitalización de los pacientes con enfermedades crónicas es por no contar con un control permanente al resultado de los signos vitales y al histórico de estos registros para la toma de decisiones por parte del personal médico, lo que conlleva a un aumento en el costo de atención debido a las complicaciones con las que asisten los pacientes a los servicios de urgencias de la red hospitalaria.

Para este análisis se ha revisado en el mercado la disponibilidad de equipos biomédicos que permiten tomar la presión arterial para ver las condiciones

técnicas de estos equipos y su posibilidad de conectividad con otros dispositivos de almacenamiento y comunicación, que permitan mayor confiabilidad en la muestra y se pueda aumentar la frecuencia y el almacenamiento de los resultados que contribuyan al plan de tratamiento de este grupo de pacientes.

Es así como en el mercado laboratorios como Heine, Welch-Allyn y Riester, han desarrollado diferentes modelos de tensiómetros que se clasifican en dos grupos: Tensiómetros análogos y tensiómetros digitales. El grupo de tensiómetros análogos se encuentran todos aquellos que no tienen ningún elemento electrónico que permita la captura del resultado de la toma de la presión arterial, este modelo ha sido desarrollado para cumplir con las necesidades de intercomunicación con otros dispositivos y con equipos de cómputo, es así como se han desarrollado equipos biomédicos digitales que han permitido realizar de manera más rápida, confiable y sin costos adicionales de capacitación para su uso.

En la actualidad el paciente con una enfermedad hipertensiva debe acercarse al consultorio médico o esperar la visita del equipo paramédico de los prestadores de atención domiciliaria para ser objeto de la toma de la presión arterial por parte de profesionales de la salud, los cuales los citan con intervalos dependiendo del estado del paciente, de acuerdo a la Organización Panamericana para la Salud, ha definido estadio de avance de la enfermedad y se han definido algunos estándares para el control de sus signos vitales, es así como a los pacientes en estadio IV- críticos deben realizar 3 visitas al día, a los pacientes de estadio III

deben asistir tres veces al día y a pacientes en estadio II deben asistir 1 vez al mes.

A continuación se presenta el proceso actual de seguimiento a pacientes con enfermedades crónicas de acuerdo al modelo de atención de Nueva EPS S.A

PROCESO DE SEGUIMIENTO DE PATOLOGIAS CRONICAS PARA PACIENTES AMBULATORIOS

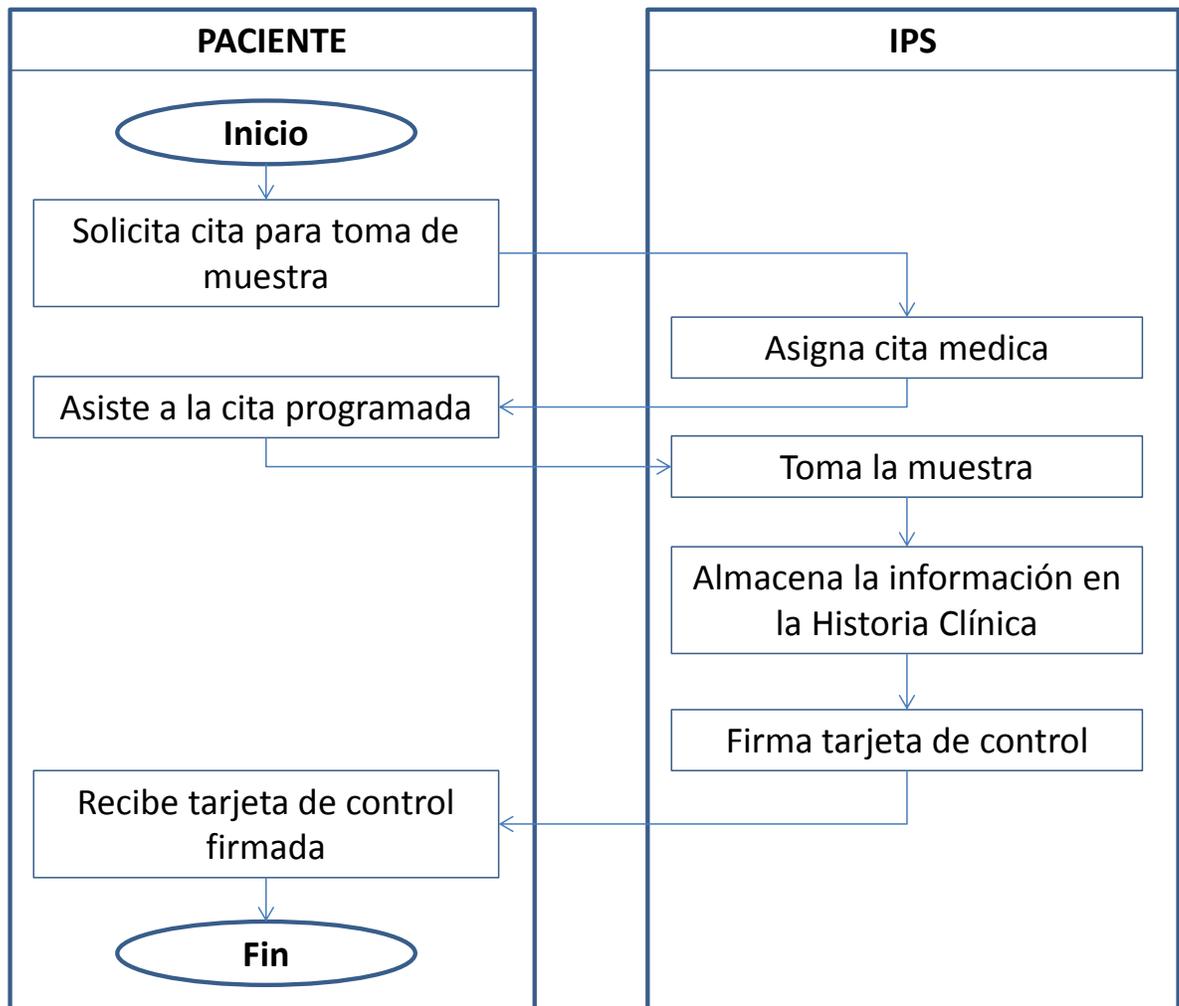


Figura 2: Modelo de Atención Pacientes Crónicos NEPS

En el gráfico 1, se presenta el proceso que debe realizar un paciente que requiere un seguimiento de su patología crónica, lo que muestra que es un proceso que requiere solicitud de cita por parte del paciente lo que genera inoportunidad en las citas de control debido al alto número de pacientes que padecen estas enfermedades desplazamiento del paciente interfiriendo en su vida laboral o el impacto en su núcleo familiar para el caso de los pacientes que requieren ser acompañados a las IPS. Otra deficiencia de este proceso es que la tarjeta de control solamente la tiene el paciente, si por algún momento se pierde esta, se queda sin registro histórico del seguimiento del paciente.

PROCESO DE SEGUIMIENTO DE PATOLOGIAS CRONICAS PARA PACIENTES DOMICILIARIOS

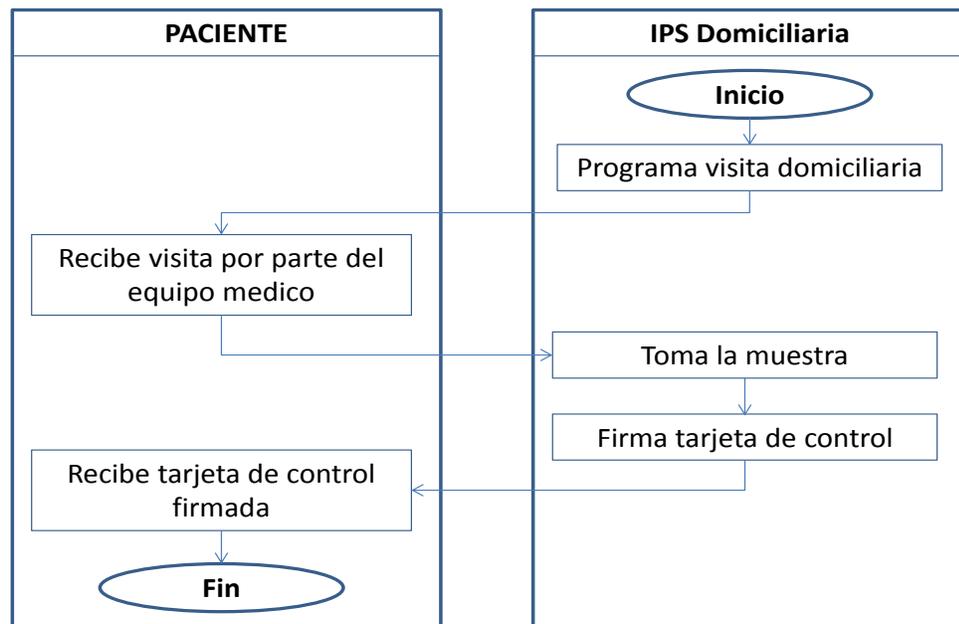


Figura 3: Modelo de Atención Pacientes Crónicos Domiciliarios NEPS

En la figura No.3 se muestra el proceso de toma de muestra de control a paciente hipertenso que se encuentra en programa de atención domiciliaria, es así como se encuentran deficiencias en la oportunidad del seguimiento debido a la frecuencia que se requiere para el monitoreo de este grupo de pacientes, y el tiempo para el desplazamiento del equipo paramédico y medico al domicilio de los pacientes.

El proceso actual muestra una deficiencia en el manejo de los resultados debido a la dificultad para unificar la información ya que el paciente lo puede realizar en varios sitios diferentes, con diferentes equipos y métodos de toma de la muestra lo que no permite la toma de decisiones oportunas, esto conlleva a un aumento de recursos en la atención de salud de esta población y un desmejoramiento de la calidad de vida debido a que no se cumple con los estándares dados por la Organización Mundial de la Salud para el seguimiento de estas enfermedades.

7.2 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS

Los requerimientos se han dividido en dos grupos, los necesarios que identifican las características básicas que deberá contener la solución y los deseables que son aquellos que permitirán agregar valor al desarrollo de la solución.

Según las entrevistas realizadas a las enfermeras encargadas de los programas de promoción y prevención en salud y programas especiales de Nueva EPS, en compañía de las enfermeras encargadas de los pacientes crónicos del programa de atención domiciliaria, clasificaron los requerimientos de la siguiente forma:

NECESARIOS:

- Disminuir el desplazamiento de los pacientes a las IPS para la toma de la presión arterial.
- Mantener seguimiento continuo a la toma de la presión arterial de Pacientes Crónicos no hospitalizados.
- Generación de alertas al equipo médico cuando la muestra se encuentre fuera de los estándares internacionales

DESEABLES:

- Utilización de dispositivos biomédicos digitales.
- Generación de reportes históricos de cada paciente.
- Generación de información epidemiológica.
- Envío de mensajes al correo electrónico del médico tratante.
- Cargue en línea a la historia clínica.

Estos requerimientos seleccionados son los que el equipo de profesionales entrevistados definió de mayor importancia para optimizar el modelo de atención de pacientes crónicos en Nueva EPS.

7.3 INTERFAZ DE SOFTWARE

El software tendrá interfaz con los siguientes aplicativos: Sistema operativo Android 2.2 en adelante, MySQL 5.5 en adelante, Microsoft Windows XP o superior.

Operaciones.

Se emplean los modos de operación: la operación de captura de la información y generación de alarmas.

7.4 CARACTERISTICAS DEL USUARIO

Los usuarios serán los pacientes con diagnóstico de hipertensión que requieran monitoreo periódico de su presión arterial y los médicos tratantes para realizar seguimiento a las tomas diarias de presión arterial e informar oportunamente al médico tratante de las alertas a las tomas fuera de los rangos establecidos por la OMS.

Los usuarios potenciales usuarios de esta solución serán los pacientes afiliados al régimen contributivo o subsidiado del sistema general de salud, que por políticas del Ministerio de Salud se les deberá hacer seguimiento y cumplimiento de metas en programas a patologías de alto impacto en la comorbilidad de los colombianos.

7.5 COACCIONES

Dentro del estándar IEEE830 se deben tener en cuenta las reglas o limitaciones que impone el cliente y que deberá tener en cuenta en el análisis, diseño y desarrollo de la herramienta de software, las coacciones no son fácilmente levantadas por el cliente porque son dadas por leyes, normas definidas por el mercado o que hacen parte de los procesos internos de la empresa.

7.5.1 Políticas regulatorias.

Existen estandares para la prestación de la atención medica y en cuanto a la información debe ser de carácter confidencial de acuerdo con lo dispuesto por el ministerio de salud relacionado con la confidencialidad de la historia clinica de los pacientes.

7.5.2 Limitaciones de Hardware.

El Hardware deberá dar soporte al sistema operativo Android 2.2 en adelante

7.5.3 Funciones de auditoria.

Debera permitir la identificación del medico tratante de cada paciente.

7.5.4 Requerimientos de Confiabilidad.

Se garantizara que el valor capturado es el numero entero del resultado arrojado por el dispositivo biomedico.

7.5.5 Consideraciones de seguridad.

Se garantizara la confidencialidad de la información almacenada es de uso exclusivo de la EPS y el Paciente.

8. REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS

La especificación de requerimientos se realiza teniendo en cuenta el estándar de la IEEE830.

8.1 REQUERIMIENTOS DE INTERFAZ EXTERNA

8.1.1 Interfaz de usuario.

REQF_001 La aplicación **deberá** proporcionar una interfaz gráfica de usuario.

REQF_002 La GUI **deberá** mostrar alerta visual y sonora cuando se reciba información fuera de los rangos establecidos.

REQF_003 La GUI **deberá** mostrar el documento de identidad del paciente

8.1.2 Interfaz de software

REQF_004 La Aplicación del Médico **deberá** funcionar para el sistema operativo Android 2.2

REQF_005 La Aplicación del Paciente **deberá** funcionar para el sistema operativo Microsoft Windows XP o superior.

8.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

REQF_006 La aplicación del Paciente **deberá** capturar la información remitida por el dispositivo biomédico o quien simule su funcionamiento.

REQF_007 La aplicación del Paciente **deberá** enviar alerta al servidor de datos.

8.2.1 Requerimientos de lectura de datos.

REQF_008 La aplicación **deberá** establecer permisos de acceso a la base de datos.

REQF_009 La aplicación **deberá** almacenar la información básica del paciente en la base de datos.

REQF_010 La aplicación **deberá** almacenar la información básica del médico en la base de datos.

8.3 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS

Para realizar el diagrama de casos de uso se tiene en cuenta para la solución cuatro diagramas:

- Captura de Información
- Envío de Alerta.
- Recepción de Alerta

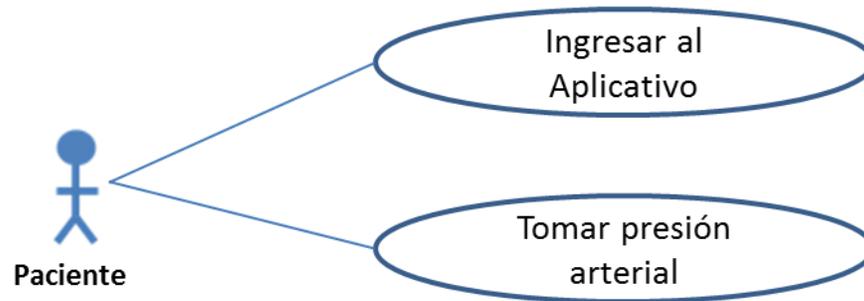
8.3.1 Actores

En el diseño de los casos de uso se van a identificar tres actores que intervienen en los casos de uso:

Actor	Descripción
Paciente	Es el encargado de la utilización del dispositivo biomedico, para generar la información relacionada con la presión arterial que tienen en cada uno de los momentos en los que se ejecuta la medida.
Médico	Es el profesional de la salud que esta a cargo de realizar el seguimiento al estado de salud del paciente, y recibira mensajes de alerta cuando la medida de la presión arterial del paciente se encuentre fuera de los estandares
Servidor	Se encarga de buscar la información del medico asignado a los pacientes que presentan alertas en las medidas, generando el mensaje de alerta y enviandolo al dispositivo movil del medico asignado.

8.3.2 Diagramas de Casos de Uso

El siguiente caso de uso ilustra el proceso de la toma de presión arterial del Paciente y la validación de las muestras.



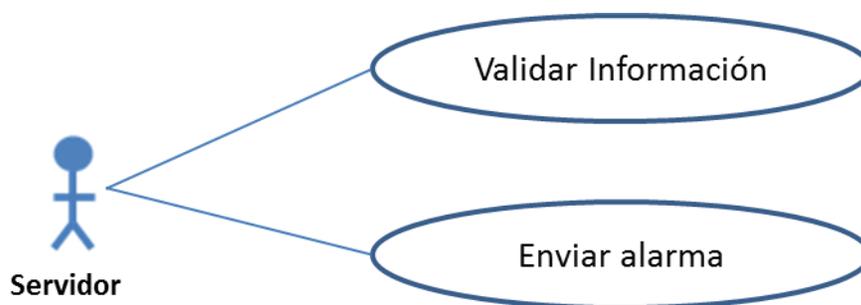
1. IDENTIFICACIÓN DE CASO DE USO	
1.1. Id Caso	CU-1
1.2. Nombre	Ingresar al aplicativo HTA-Paciente
2. HISTORICO DE CASO DE USO	
2.1. Autor	Iván Darío González Peñaloza
2.2. Fecha Creación	31-oct-2012
2.3. Última	
2.4. Actualizado Por	
3. DEFINICIÓN DE CASO DE USO	
3.1. DESCRIPCIÓN	
<p>El paciente registrado en el programa de seguimiento a pacientes crónicos deberá ingresar al aplicativo instalado en su computador personal, digitando el número de documento, el cual será validado si existe en la base de datos de pacientes, a partir ese momento se conectara al tensiómetro que ha sido configurado y validara la información enviada en cada una de las tomas de la presión arterial y si el valor obtenido del tensiómetro en la presión arterial sistólica es mayor a 140 mmHg enviará una solicitud de alarma al servidor que deberá enviársela al médico tratante.</p>	
3.2. ACTORES	
<p>Paciente Crónico</p>	
3.3. PRECONDICIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Registrar al paciente en la base de datos. • Instalación del software HTA-Paciente en el computador definido por el paciente. • Conectividad a Internet. • Tener configurado el tensiómetro al aplicativo HTA-Medico 	

3.4. FLUJO NORMAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar el aplicativo HTA-Paciente 2. Digitar el número de documento del paciente 3. Dar click en el botón CONECTAR.
3.5. FLUJO ALTERNATIVO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Si el número de documento de identidad del paciente digitado es invalido, se solicitara nuevamente. 2. Si verificado el número de documento del paciente no ingresa al aplicativo, deberá contactarse con el administrador del programa.
3.7. POS CONDICIONES

1. IDENTIFICACIÓN DE CASO DE USO	
1.3. Id Caso	CU-2
1.4. Nombre	Tomar Presión Arterial
2. HISTORICO DE CASO DE USO	
2.1. Autor	Iván Darío González Peñaloza
2.2. Fecha Creación	31-oct-2012
2.3. Ultima	
2.4. Actualizado Por	
3. DEFINICIÓN DE CASO DE USO	
3.1. DESCRIPCIÓN	
<p>El Paciente se practicara la toma de la presión arterial, de acuerdo a las instrucciones dadas por el personal médico, los datos obtenidos de la muestra se enviaran al aplicativo HTA-Paciente para ser validados.</p>	
3.2. ACTORES	
<p>Paciente Crónico</p>	
3.3. PRECONDICIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Tener configurado el tensiómetro al aplicativo HTA-Medico • Haber ejecutado el aplicativo HTA-Paciente 	
3.4. FLUJO NORMAL	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la toma de presión arterial de acuerdo a las instrucciones médicas. 	

3.5. FLUJO ALTERNATIVO
1. Al realizar una toma incompleta o mal practicada se deberá realizar nuevamente.
3.7. POS CONDICIONES

En el segundo caso de uso se explica el proceso de validación de la información y generación de la alarma para enviársela al dispositivo móvil del Médico Tratante.



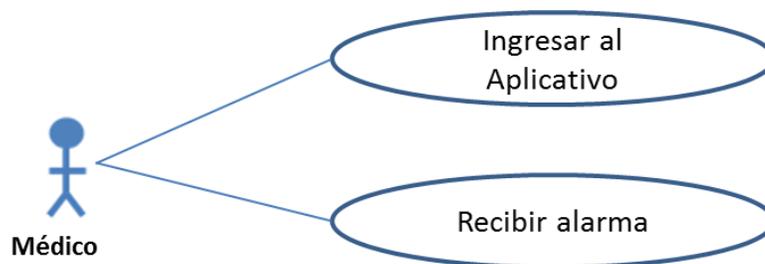
1. IDENTIFICACIÓN DE CASO DE USO	
1.5. Id Caso	CU-3
1.6. Nombre	Validar Información
2. HISTORICO DE CASO DE USO	
2.1. Autor	Iván Darío González Peñaloza
2.2. Fecha Creación	31-oct-2012
2.3. Ultima	
2.4. Actualizado Por	
3. DEFINICIÓN DE CASO DE USO	
3.1. DESCRIPCIÓN	
Una vez encontrado un valor de presión sistólica mayor a 140 mmHg envía al servidor el número de documento del paciente para buscar el ID de registro en el servicio de GCM de Google del Médico tratante.	
3.2. ACTORES	
Servidor Web	

3.3. PRECONDICIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Estar en ejecución el aplicativo HTA- Paciente en el computador del Paciente. • Conexión a internet (Servidor y PC del Paciente). • Haber realizado una toma de presión arterial por parte del Paciente. • Asignar un médico tratante a cada paciente registrado.
3.4. FLUJO NORMAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Envío del número de documento del paciente desde el aplicativo HTA- Paciente. 2. Buscar en la tabla medico el id registrado en GCM del dispositivo móvil del médico tratante.
3.5. FLUJO ALTERNATIVO
3.7. POS CONDICIONES

1. IDENTIFICACIÓN DE CASO DE USO	
1.7. Id Caso	CU-4
1.8. Nombre	Enviar Alerta
2. HISTORICO DE CASO DE USO	
2.1. Autor	Iván Darío González Peñaloza
2.2. Fecha Creación	31-oct-2012
2.3. Última	
2.4. Actualizado Por	
3. DEFINICIÓN DE CASO DE USO	
3.1. DESCRIPCIÓN	
<p>Enviar el mensaje de alerta al dispositivo móvil del Médico tratante utilizando el ID de registro en el servicio de GCM de Google.</p>	
3.2. ACTORES	
<p>Servidor Web</p>	
3.3. PRECONDICIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Conexión a internet (Servidor) • Registro previo del dispositivo móvil del médico tratante 	

3.4. FLUJO NORMAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibir el ID de registro en el servicio de GCM de Google. 2. Establecer la conexión con el servicio GCM de Google. 3. Enviar el mensaje al dispositivo móvil del Médico tratante.
3.5. FLUJO ALTERNATIVO
3.7. POS CONDICIONES

En el tercer caso de uso se explica el proceso para recibir el mensaje de alerta de un Paciente descompensado en el dispositivo móvil del Médico Tratante.



1. IDENTIFICACIÓN DE CASO DE USO	
1.9. Id Caso	CU- 5
1.10. Nombre	Ingresar al Aplicativo HTA-Medico
2. HISTORICO DE CASO DE USO	
2.1. Autor	Iván Darío González Peñaloza
2.2. Fecha Creación	31-oct-2012
2.3. Ultima	
2.4. Actualizado Por	
3. DEFINICIÓN DE CASO DE USO	
3.1. DESCRIPCIÓN	
<p>Ingresar al aplicativo HTA-Medico en el dispositivo móvil con sistema operativo Android del Médico Tratante digitando el número de documento del Médico y una contraseña, la cual será validada con la información registrada en la base de datos. Si la información digitada es válida se actualizará el ID de registro del dispositivo en el servicio GCM de Google y estará preparado para recibir alertas sonoras de los pacientes descompensados que tiene a su cargo.</p>	
3.2. ACTORES	
<p>Médico</p>	

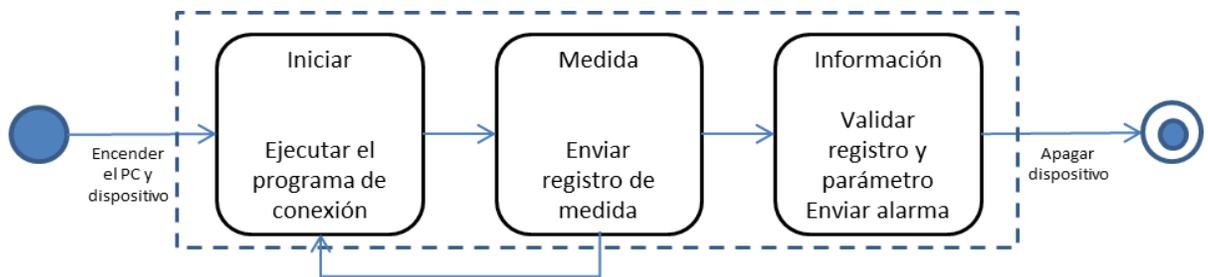
3.3. PRECONDICIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Conexión a internet (Servidor y dispositivo móvil del Médico). • Registro previo de la información básica del médico tratante. • Instalación del APP HTA-Medico en el dispositivo móvil. • Asignar contraseña de acceso al aplicativo HTA-Medico al Médico.
3.4. FLUJO NORMAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar el aplicativo HTA-Medico en el dispositivo móvil 2. Digitar el número de documento del Médico tratante. 3. Digitar la contraseña asignada al Médico tratante. 4. Ingreso al aplicativo.
3.5. FLUJO ALTERNATIVO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Si verificada la información de usuario y contraseña no permite el acceso al aplicativo se deberá contactar al administrador del sistema.
3.7. POS CONDICIONES

1. IDENTIFICACIÓN DE CASO DE USO	
1.11. Id Caso	CU- 5
1.12. Nombre	Recibir Alerta
2. HISTORICO DE CASO DE USO	
2.1. Autor	Iván Darío González Peñaloza
2.2. Fecha Creación	31-oct-2012
2.3. Ultima	
2.4. Actualizado Por	
3. DEFINICIÓN DE CASO DE USO	
3.1. DESCRIPCIÓN	
<p>En el dispositivo móvil del Médico tratante se recibe el mensaje del paciente el situación crítica cuando su presión arterial se encuentre por encima de 140 mmHg, el mensaje se envía de dos maneras: una forma vibratoria y otra en un mensaje de texto, con el fin de que el Médico tratante pueda tomar medidas oportunas.</p>	
3.2. ACTORES	
Médico	
3.3. PRECONDICIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Conexión a internet (Servidor y dispositivo móvil del Médico). • Ejecutado el aplicativo HTA-Medico en el dispositivo móvil 	
3.4. FLUJO NORMAL	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibir alerta vibratoria en el dispositivo móvil del Médico tratante. 	

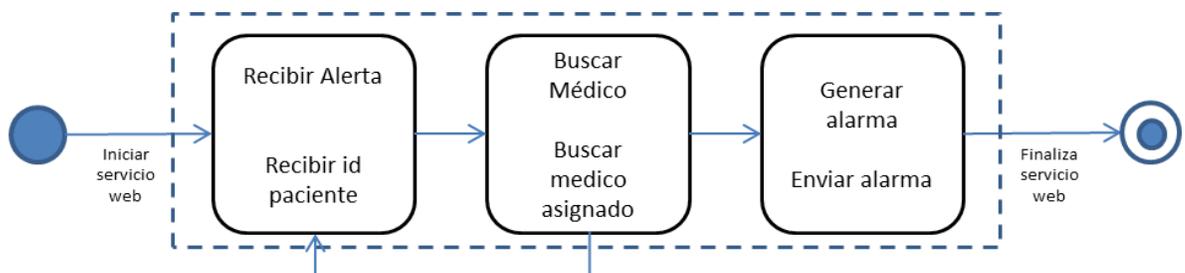
2. Recibir mensaje de alerta con el nombre del paciente.
3.5. FLUJO ALTERNATIVO
1. Si el aplicativo HTA-Medico se encuentra inactivo o no ejecutado envía un mensaje de texto.
3.7. POS CONDICIONES

8.3.3 Diagrama de Estados

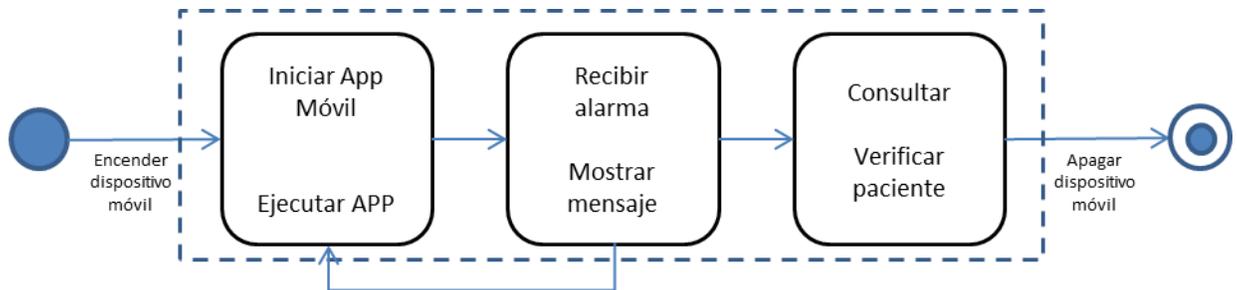
La solución está planteada en tres aplicativos que permitirán resolver el problema, es así como se ha definido el siguiente diagrama de estados:



En la primera parte se establece la conexión entre el dispositivo médico y el PC a través de la ejecución de un software que será entregado al paciente para que sea instalado en el PC y permitirá recibir la información del dispositivo biomédico, validarla y enviarla al servidor web.



En la segunda parte se recibe la alerta para ser enviada al médico tratante, de tal forma se recibirá el número de documento del paciente y el valor de la medida de la presión arterial para que sea buscado en la base de datos el médico tratante y enviar la alerta al dispositivo móvil.



Por último se ejecutara un aplicativo en el dispositivo móvil del médico tratante el cual recibirá la alerta y tendrá la disponibilidad de consultar la información básica del paciente.

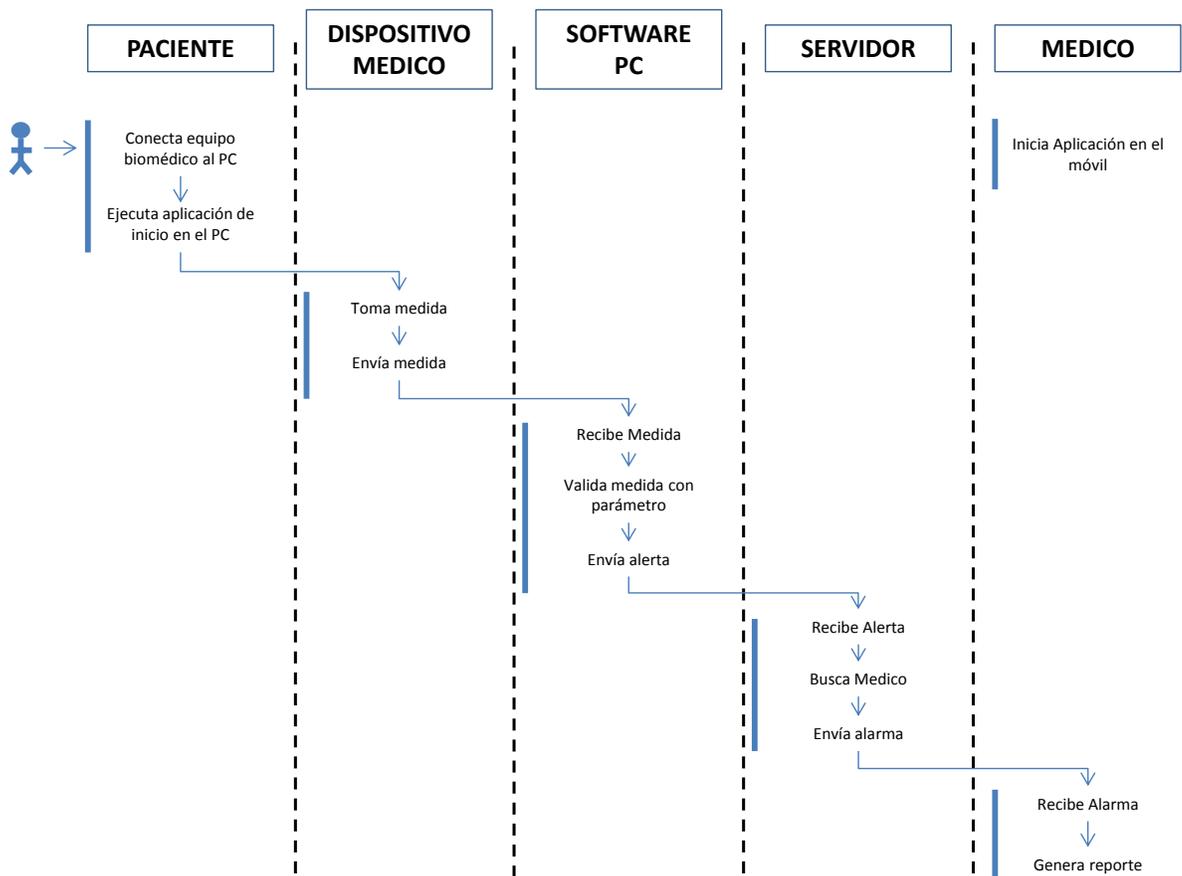
8.3.4 Diagramas de Secuencia

En el diagrama de secuencia se puede identificar las actividades que se realizan por cada uno de los actores que intervienen en la solución del problema, es así como el paciente deberá accionar el dispositivo medico e iniciar el software en el pc al cual se le conectara el dispositivo móvil, para recibir la información generada por el dispositivo médico.

El software instalado en el computador personal del paciente, verifica la conectividad con el dispositivo médico y validara la información recibida comparándola con los límites dados por la Organización Mundial de la Salud para

las medidas de la presión arterial, generando las alertas cuando se identifiquen valores fuera de los estándares.

En el servidor web se recibe la información del paciente para buscar el médico que le ha sido asignado para su seguimiento y enviar el mensaje de alarma a su dispositivo móvil.



En el diagrama se muestra algunas actividades que deben iniciarse por parte de los actores para que se puedan sincronizar estos tres aplicativos y su efectividad está basada en la ejecución del aplicativo por parte del paciente en su computador

personal y el inicio de ejecución de la aplicación Android en el dispositivo móvil del médico asignado.

9. DISEÑO

El diseño de la solución está basado en tres aplicaciones que permiten solucionar el problema planteado, es así como se plantean tres escenarios enfocados en el paciente, el médico y la administración de la información. Para explicar la solución planteada se emplearan diagramas de red, modelo entidad relación y diagrama de clases que permitirán un mayor detalle de la solución planteada.

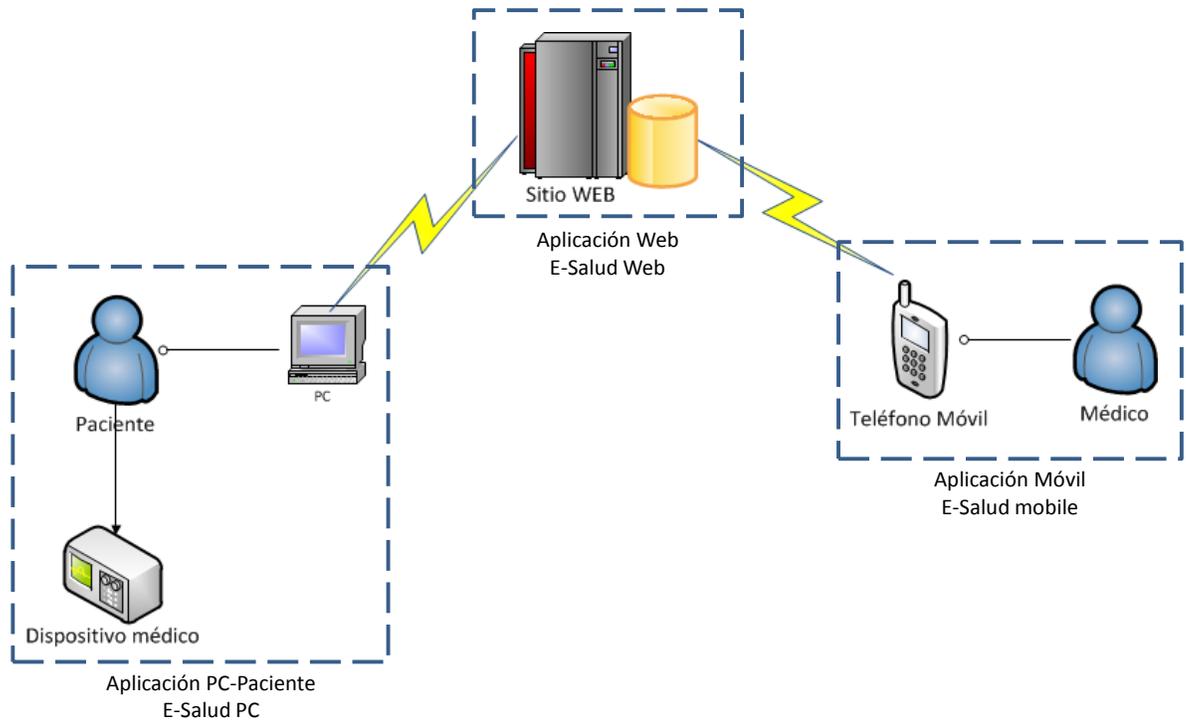
En el diagrama de red se puede observar la generalidad del proyecto y la relación entre los actores y aplicaciones propuestas, en el modelo entidad relación se identificarán las tablas y la información que será almacenada y en el diagrama de clases se mostrara la generalidad de los componentes de desarrollo que se tendrán en cuenta para la elaboración del prototipo de la solución.

9.1 DIAGRAMA DE RED

La solución se ha planteado con la realización de tres aplicativos que son:

- E-Salud PC (HTA-Paciente)
- E-Salud Web

- E-Salud Mobile(HTA-Medico)



E-Salud PC: Es la aplicación encargada de establecer la conexión entre el dispositivo médico y el computador personal del paciente. Además de recibir las medidas tomadas por el paciente utilizando el dispositivo médico.

Para el desarrollo del prototipo se simuló el tensiómetro empleando para la conexión sockets en java con el software instalado en el PC del Paciente (HTA-Paciente). El Paciente como actor principal de esta etapa de la solución será el encargado de ejecutar la aplicación HTA-Paciente y realizar la toma de la presión arterial.

Una vez se ha realizado la toma de la muestra se valida localmente en el aplicativo HTA-Paciente, evaluando que la presión arterial sistólica no sea superior

a 140 mmHg si este valor se supera se envía al servidor de aplicación ubicado remotamente el número del documento del Paciente que presento la novedad.

E-Salud Web: Es la aplicación encargada de recibir los datos del paciente que han tenido valores fuera del estándar, para buscar los datos del médico tratante y enviar el mensaje al dispositivo móvil.

En el servidor se han alojado los archivos java que realizan la búsqueda sobre la base de datos para obtener el ID de registro del dispositivo móvil del Médico tratante en GMC de Google y enviar el mensaje de alarma.

E-Salud Mobile: Es la aplicación que permite establecer conexión entre el servidor web y el dispositivo móvil que tiene el médico tratante, en el permite recibir las alertas.

Es así como empleando el servicio GCM de Google se envía el mensaje de alerta al dispositivo móvil con sistema operativo Android del Médico Tratante. En el cual podrá observar el nombre del Paciente para establecer algún tipo de comunicación.

9.2 MODELO ENTIDAD RELACION

Debido a que la solución cuenta con tres aplicaciones la única que tiene base de datos es la se aloja en el servidor web, el modelo está basado en tres tablas que

son: paciente, médico y registro que permiten alojar la información necesaria para la implementación de la solución.

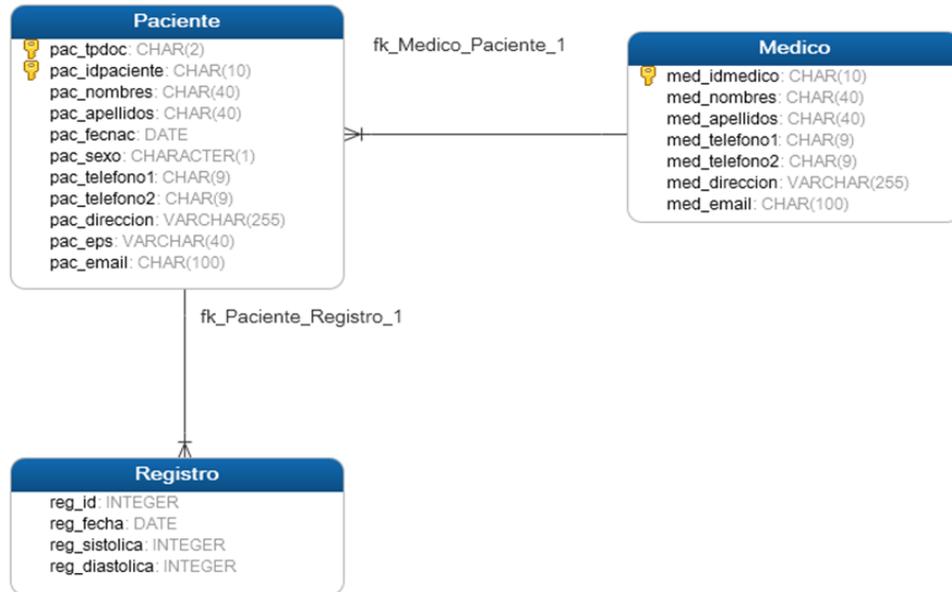


Figura 8

Tabla	Descripción
Paciente	Información básica del paciente y datos para su localización
Médico	Información básica del médico y datos para su localización
Registro	Registro de las medidas de presión arterial de los pacientes

En el desarrollo del prototipo no se incluye el registro de información en la tabla registro, la cual será utilizada para la primera versión en producción.

9.3 DICCIONARIO DE DATOS

En la base de datos se emplearan los siguientes campos en las tablas:

Tabla: Paciente			
Nombre del campo	Tipo de dato	Not Null	Descripción
pac_tpdoc	CHAR(2)	NOT NULL	Tipo de documento del paciente
pac_idpaciente	CHAR(10)	NOT NULL	Número de documento del paciente
pac_nombres	CHAR(40)	NOT NULL	Nombres del paciente
pac_apellidos	CHAR(40)	NOT NULL	Apellidos del paciente
pac_fecnac	DATE	NOT NULL	Fecha de nacimiento del paciente
pac_sexo	CHARACTER(1)	NOT NULL	Sexo del paciente
pac_telefono1	CHAR(9)	NOT NULL	Teléfono de contacto del paciente
pac_telefono2	CHAR(10)	NULL	Teléfono móvil de contacto del paciente
pac_direccion	VARCHAR(255)	NOT NULL	Dirección de residencia del paciente
pac_eps	VARCHAR(40)	NOT NULL	Nombre de la EPS de afiliación del paciente
pac_email	CHAR(100)	NOT NULL	Dirección de correo electrónica del paciente

Tabla 1

Tabla: Medico			
Nombre del campo	Tipo de dato	Not Null	Descripción
med_idmedico	CHAR(10)	NOT NULL	Número de documento del médico
med_nombres	CHAR(40)	NOT NULL	Nombres del médico
med_apellidos	CHAR(40)	NOT NULL	Apellidos del médico
med_telefono1	CHAR(9)	NOT NULL	Teléfono de contacto del médico
med_telefono2	CHAR(10)	NOT NULL	Teléfono móvil de contacto del médico
med_direccion	VARCHAR(255)	NOT NULL	Dirección del consultorio del médico
med_email	CHAR(100)	NOT NULL	Dirección de correo electrónica del médico

Tabla 2

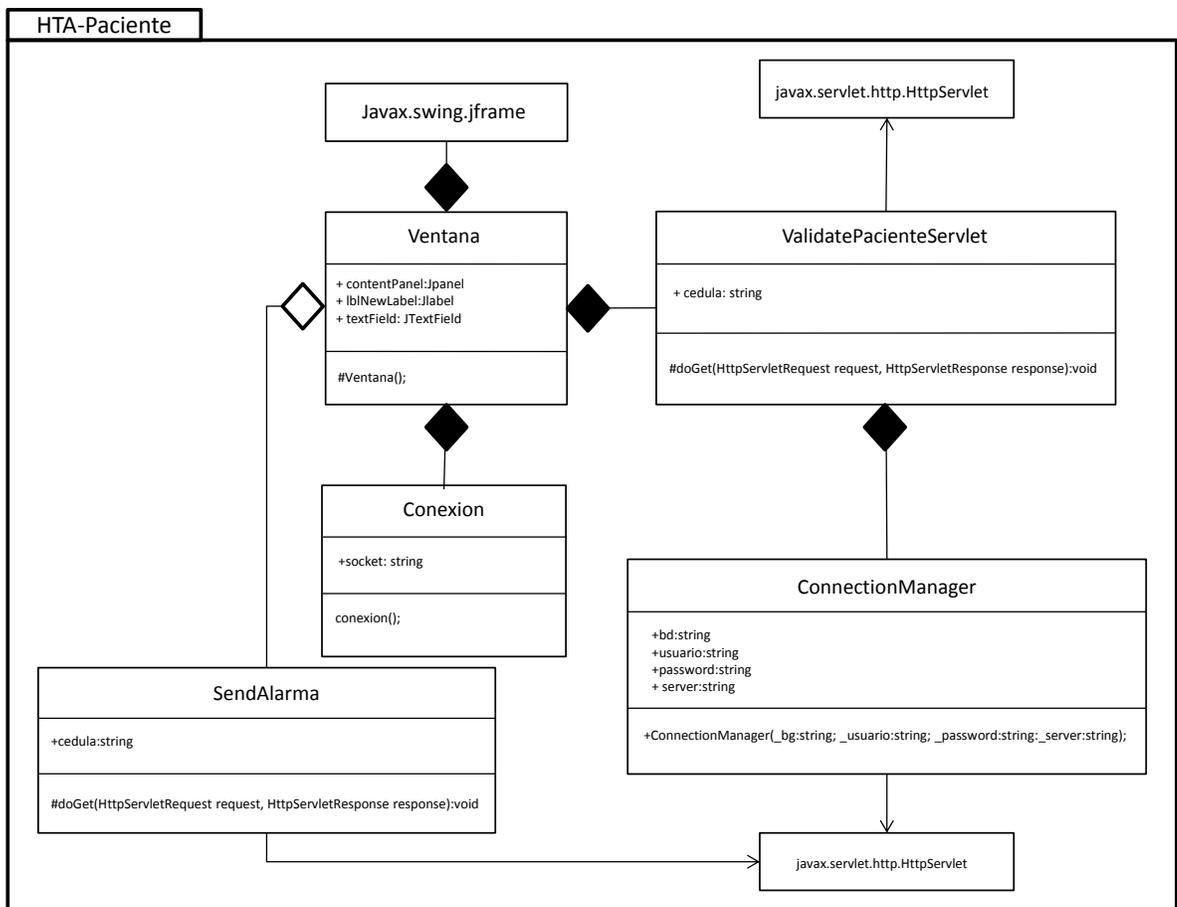
Tabla: Registro			
Nombre del campo	Tipo de dato	Not Null	Descripción
reg_id	INTEGER	NOT NULL	Número consecutivo del registro
reg_fecha	DATE	NULL	Fecha del registro
reg_sistolica	INTEGER	NOT NULL	Valor de la presión sistólica
reg_diastolica	INTEGER	NOT NULL	Valor de la presión diastólica

Tabla 3

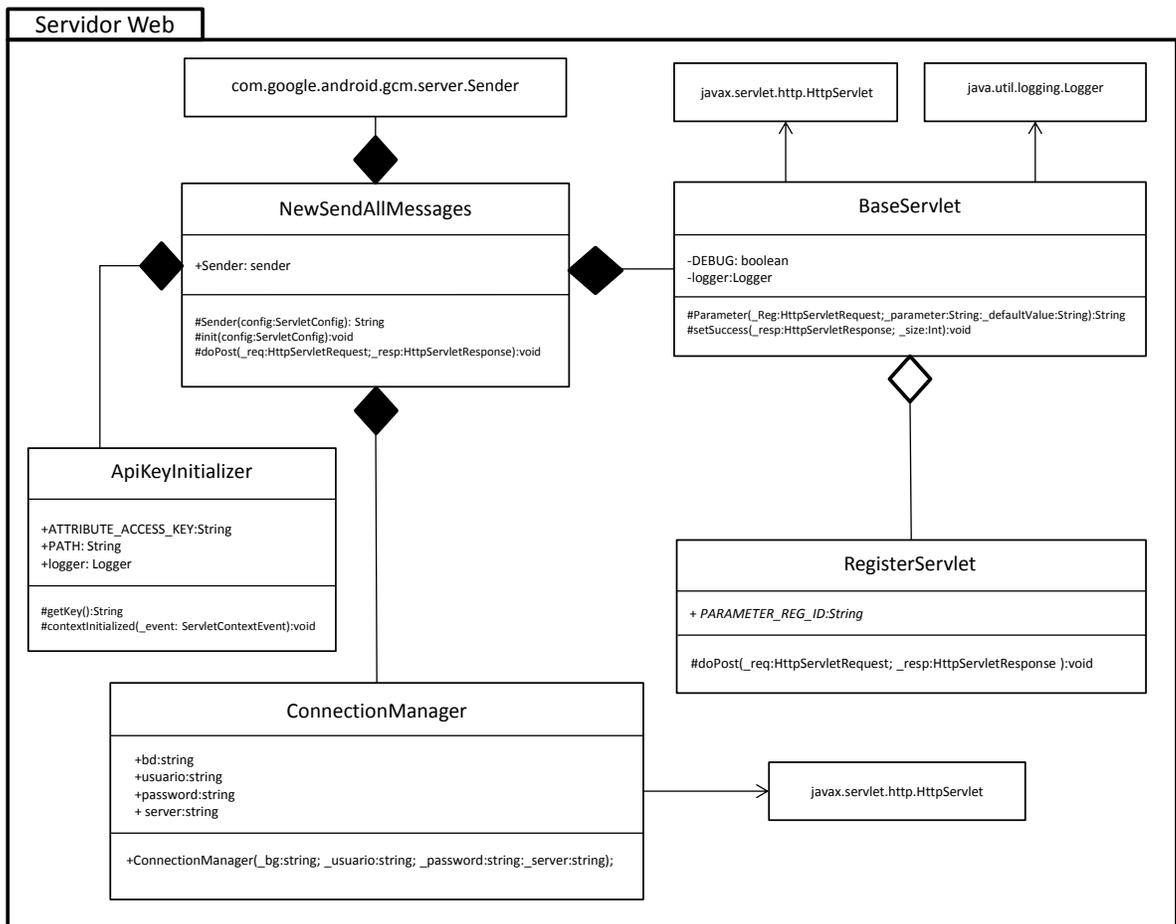
9.4 DIAGRAMA DE CLASES

Para el desarrollo del prototipo se definen tres diagramas de clases debido a que se utilizan tres herramientas de software para la solución del problema.

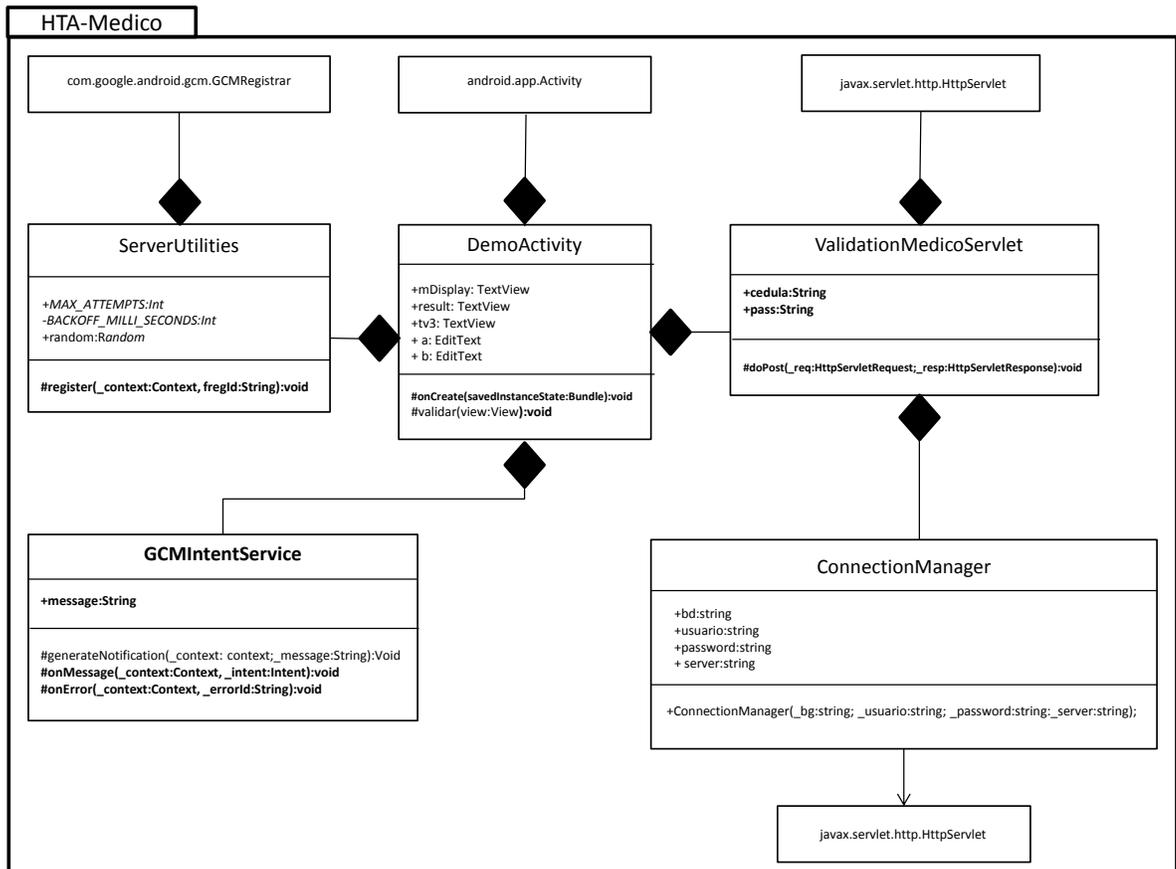
El primer diagrama de clases se refiere al aplicativo HTA-Paciente que tiene por objetivo capturar la información de la presión arterial del Paciente y validarla de acuerdo a los estándares establecidos.



En el segundo diagrama de clase se muestra la relación entre el Paciente y el Médico para generar la alerta cuando se presente una alteración en la presión arterial.



En un tercer diagrama de clases se muestra el envío de la alarma al dispositivo móvil del Médico Tratante.



10. DESARROLLO

Para la realización del prototipo de software se han empleado las siguientes herramientas:

- Lenguaje de programación Java – Eclipse Indigo
- Android SDK r18 y target Google API 8.
- Servicio GCM (Google Cloud Messenger).

- MySQL 5.5
- Apache Tomcat 7.0
- Sistema Operativo Linux Debian 5.0
- Sistema Operativo Android 2.0

En el desarrollo del aplicativo se ha utilizado el servicio de mensajería que ofrece Google llamado GCM (Google Cloud Messenger), que permite el envío de mensajes a dispositivos móviles que tengan acceso a internet, este servicio se utilizó teniendo como cliente un dispositivo móvil con sistema operativo Android y un servidor Tomcat sobre Linux Debian, este servicio me permite solucionar el problema de tener una conexión abierta a la espera de que se recibiera un mensaje, lo que implicaba una alta demanda de recursos.

El servicio GCM es un servicio gratuito que me permite enviar mensajes utilizando como intermediario un servicio web intermedio que envía los mensajes al dispositivo móvil, pero todo esto previo al registro del dispositivo móvil en el servicio generando un APIKey que permitirá ubicar el dispositivo en internet.

También hay que considerar la estandarización de las formas de conectividad de los dispositivos móviles que ha ido adoptando la industria biomédica, con la aceptación del protocolo IEEE X76-PHD, que permitirá la interconectividad de estos dispositivos por medio de Bluetooth y la transferencia de información obtenida del paciente a través del dispositivo médico. Para el desarrollo de este

prototipo se simula la función del tensiómetro con la utilización de la teoría de sockets en Java.

Para el desarrollo de la solución del problema se han planteado tres aplicaciones:

- **Aplicativo de Paciente:** Aplicación desarrollada en Java SDK 1.5 que debe ser instalada en el PC para recibir la información del dispositivo biomédico y enviar las alerta necesaria en el momento que se reciba información fuera de los rangos establecidos.
- **Aplicativo de Simulación de Tensiómetro:** Aplicación desarrollada en Java para simular la toma de presión arterial de un paciente. Este Aplicativo se desarrolla solamente para realizar el prototipo de software.
- **Aplicativo del Medico:** Aplicación desarrollada para dispositivos con sistema operativo Android 2.0 o superior que permite registrar el dispositivo móvil del médico para recibir las alertas de los pacientes que tiene asignados para su seguimiento empleando herramientas de Google Cloud Messenger (GCM)

APLICATIVO PARA EL PACIENTE

Ingreso al aplicativo de paciente:

El ingreso se realiza empleando el número de documento del paciente que se encuentra inscrito en el programa de seguimiento.

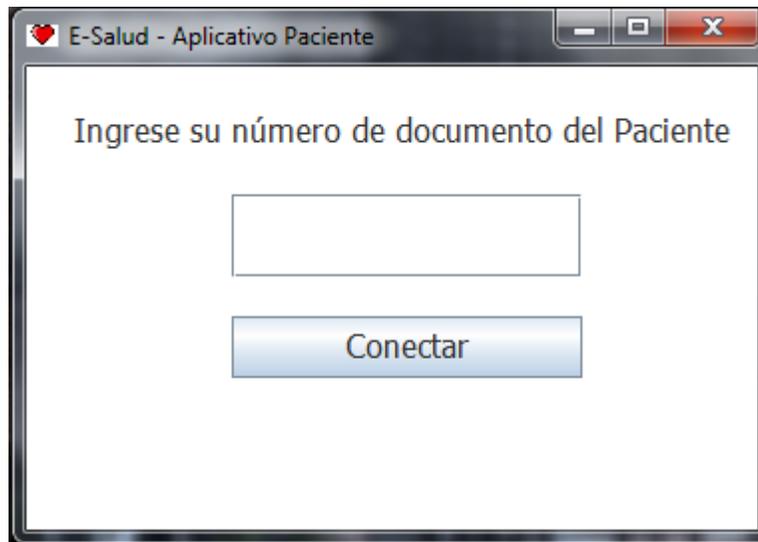


Figura 9

Una vez se ingresa el número de documento del paciente se valida si existe en la base de datos lo que generara un mensaje de conectando dispositivo, que indicará que se está escuchando la información que será enviada por el tensiómetro.

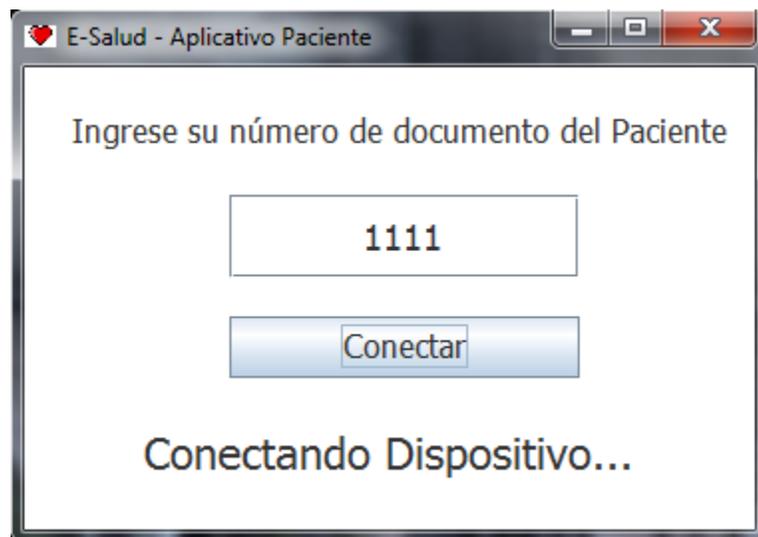


Figura 10

En la siguiente figura se ingresa un numero de documento que no existe en la base de datos para estos casos el aplicativo mostrara un mensaje de intente nuevamente para poder conectarse al tensiómetro y al servidor de envío de alertas.

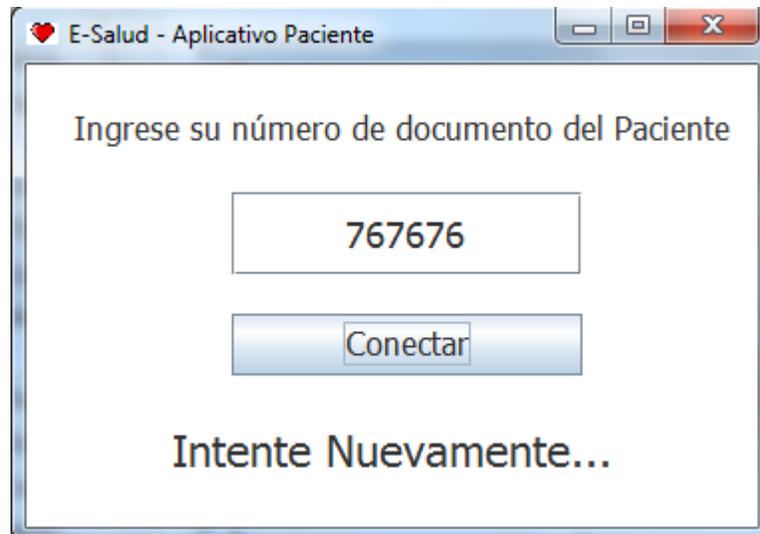


Figura 11

SIMULADOR DEL TENSIOMETRO

Aplicativo desarrollado con base en la teoría de sockets en Java, que permite establecer la comunicación de dos dispositivos a través de un puerto, generando los valores de la presión arterial Sistolica y Diastolica.



Figura 12

APLICATIVO DEL MEDICO PARA ANDROID

El aplicativo es desarrollado para registrar el telefono movil del medico tratante en la base de datos del servidor, que permite recibir las alertas en el dispositivo movil a travez de un mensaje y una alerta vibratoria.

Icono de la aplicación HTA- Medico en Android.

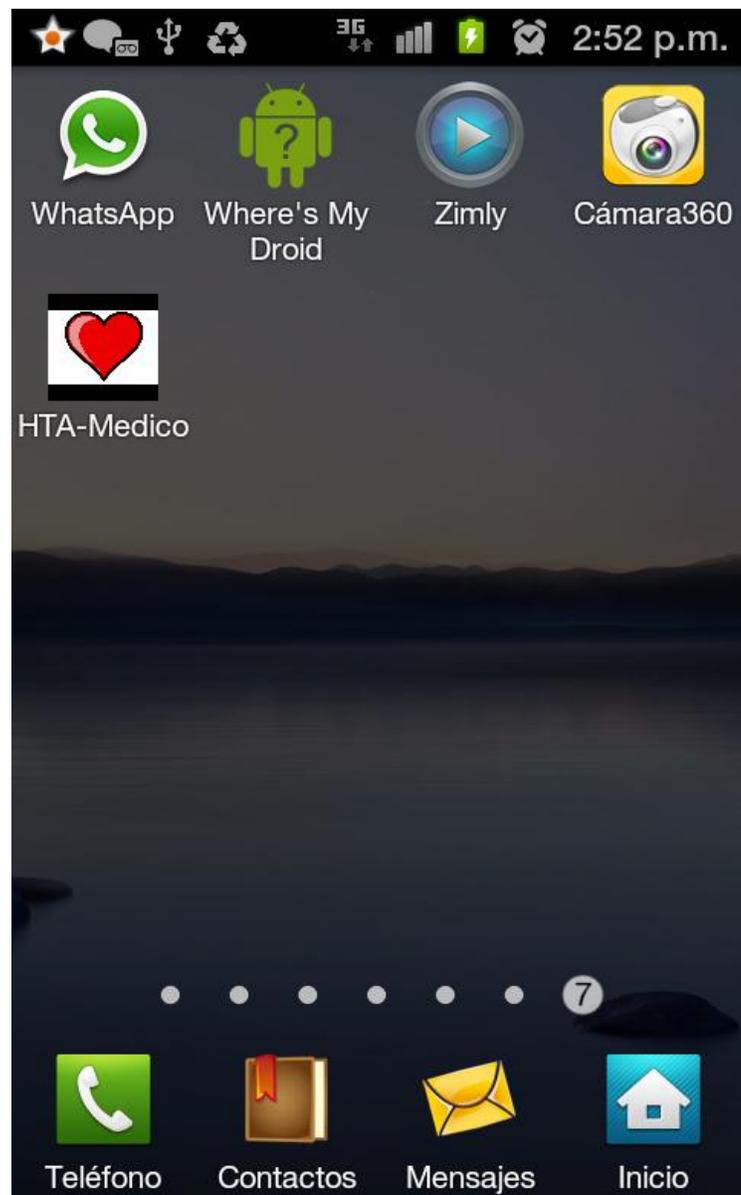
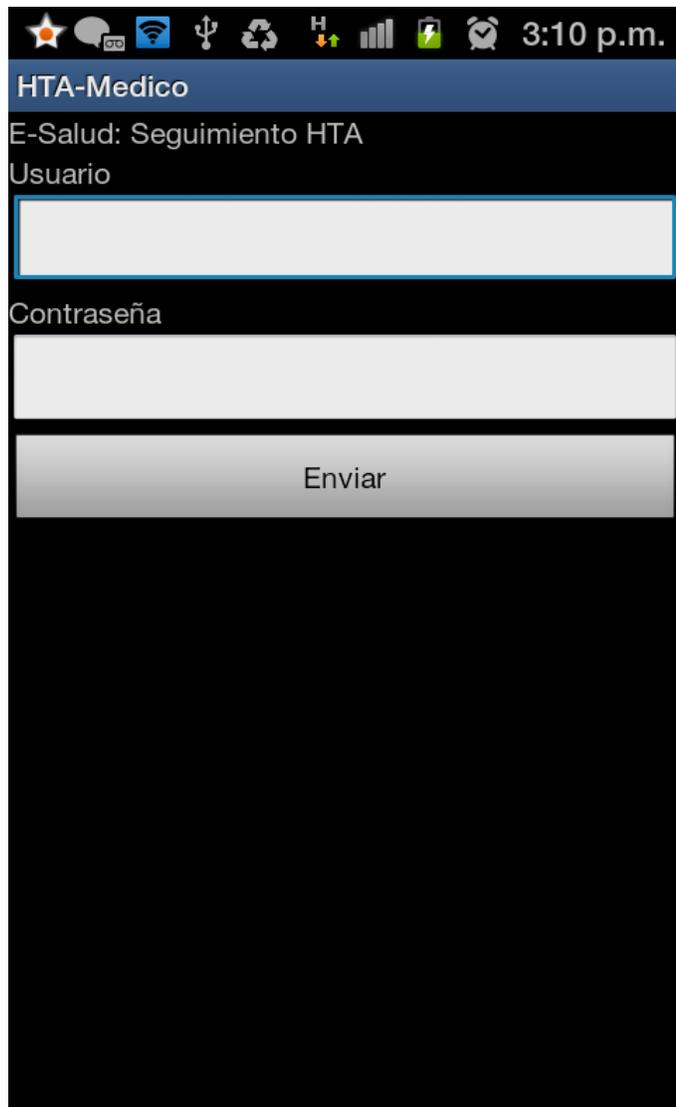


Figura 13

En la figura se puede ver un icono de un corazón rojo en un marco blanco que identifica el aplicativo HTA-Medico en el dispositivo Android.

Ventana de acceso y registro al médico:

En el formulario se deberá ingresar el número de documento en el campo llamado usuario y una contraseña que será validada con la información registrada en la base de datos.



The image shows a mobile application interface for 'HTA-Medico'. At the top, there is a status bar with various icons and the time '3:10 p.m.'. Below the status bar, the title 'HTA-Medico' is displayed in a blue header. The main content area has a black background with white text. It starts with 'E-Salud: Seguimiento HTA', followed by the label 'Usuario' above a white text input field. Below that is the label 'Contraseña' above another white text input field. At the bottom of the form is a wide, light gray button with the text 'Enviar' centered on it.

Figura 14

Ventana de Alerta al Médico tratante:

Cuando se valida la información del médico se actualiza el numero único del dispositivo, lo que permitirá enviar los mensajes de alerta como se muestra a continuación.

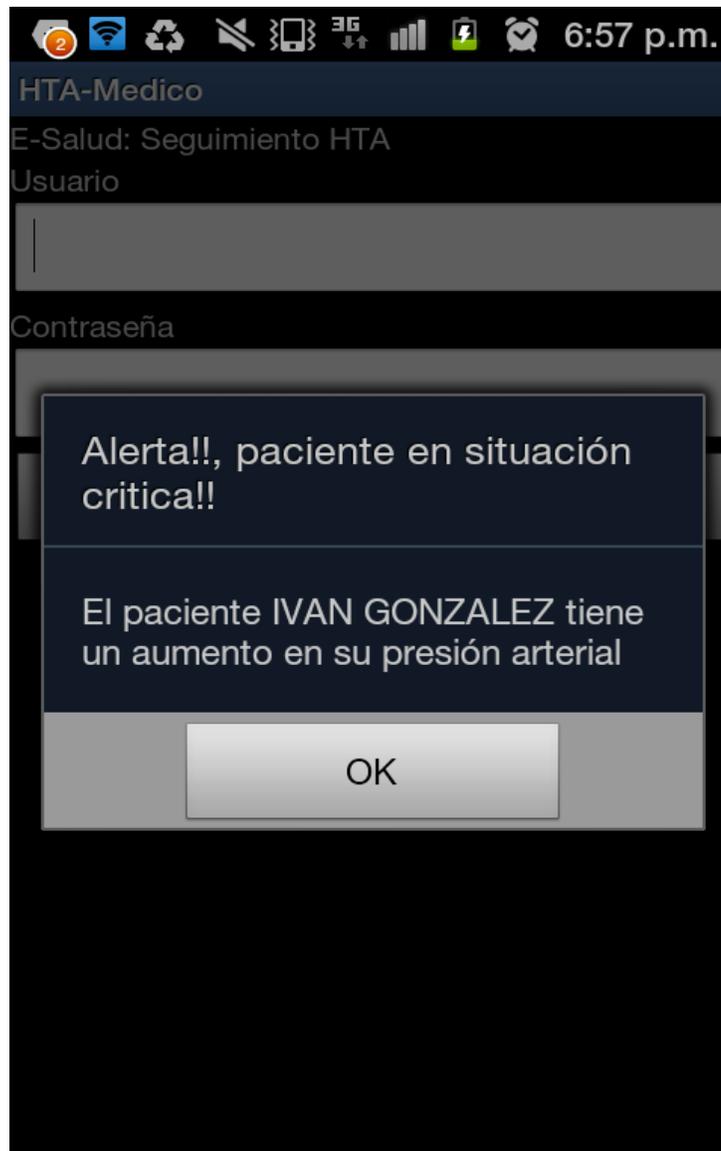


Figura 15

11.PRUEBAS

Las pruebas del software que se practicaron empleando la técnica de la caja negra en la cual se revisaron los resultados del software teniendo en cuenta la solución al problema planteado.

Para la realización de las pruebas instalo en software HTA-Medico en un teléfono Samsung Galaxy II con sistema operativo Android 2.1 y conectividad a internet a través del proveedor de telefonía móvil.

Se instaló el aplicativo HTA-Paciente en un computador portátil con conexión a internet.

Se implementó un servidor web con conexión a internet en un lugar remoto.

11.1 PRUEBA DE VALIDACION DEL PACIENTE

Para la realización de la prueba de validación de Paciente se valida el resultado del mensaje de respuesta del servidor previa verificación de existencia del documento del paciente en la tabla Paciente de la base de datos llamada biomédico alojada en el servidor.

La prueba se realizó digitando cincuenta 50 números de documento de los cuales solamente existían registrados en la tabla paciente de la base de datos 10 números de documento.

En la siguiente figura se muestra el mensaje de “Conectando Dispositivo...” cuando la validación del número de documento del paciente ha sido correcta.

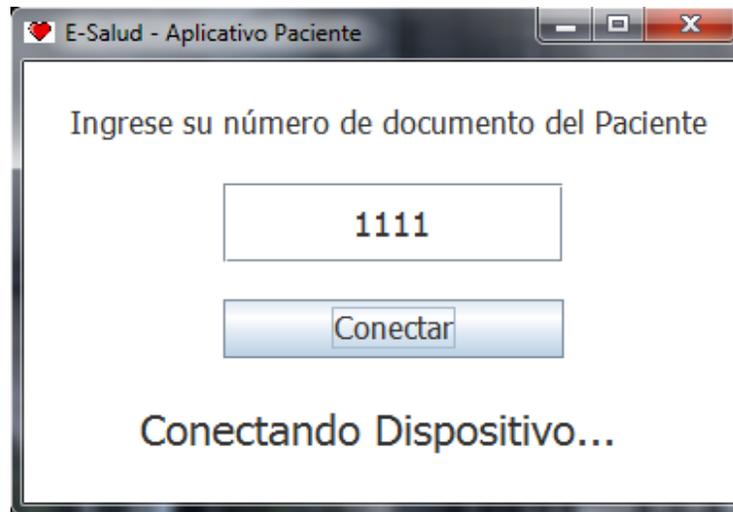


Figura 16

En la figura 17 se observa el mensaje de “Intente Nuevamente...” cuando se ha digitado de manera errónea o no existe el número de documento del paciente en la base de datos.

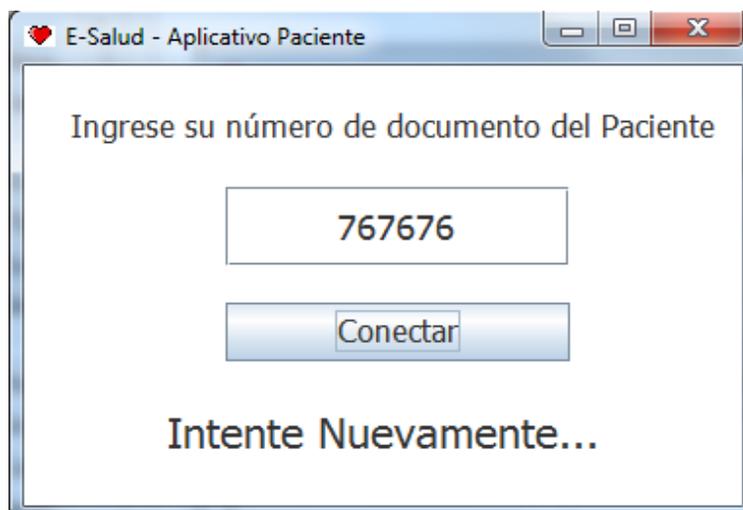


Figura 17

Obteniendo como resultado los siguientes valores:

Consecutivo de prueba	Tiempo en segundos	Consecutivo de prueba	Tiempo en segundos
1	1,6	26	0,7
2	0,8	27	0,7
3	1,8	28	1,6
4	0,8	29	1,9
5	0,8	30	1,5
6	0,3	31	0,8
7	0,3	32	1,1
8	0,2	33	0,2
9	0,3	34	0,6
10	0,1	35	0,6
11	0,3	36	0,9
12	0,7	37	0,6
13	1,9	38	1,6
14	1,9	39	0,3
15	0,7	40	0,5
16	1,4	41	0,9
17	0,2	42	0,9
18	1,7	43	1,4
19	1,8	44	1,2
20	0,9	45	0,6
21	0,8	46	0,3
22	1,7	47	1,5
23	0,7	48	0,8
24	1,9	49	0,9
25	0,5	50	0,8

Tabla 4

Arrojando como conclusión del resultado que la validación del usuario está realizándose de una manera correcta, no se presentaron fallo en la validación del resultado y con un tiempo promedio de respuesta de 0,8 segundos con una

desviación estándar de 0,5 segundos lo que permite concluir que el intervalo de confianza del 95% de las respuestas esta entre 0,3 segundos y 1,1 segundos.

11.2 PRUEBA DE VALIDACION DEL MEDICO

Para la prueba de validación del médico en el sistema, se realizó la prueba con la verificación de la existencia del Usuario (número de documento del médico) y la contraseña, para ingresar al aplicativo. Para ello se realizó una prueba con 50 ingresos al aplicativo Android HTA-Medico para verificar el cumplimiento del requerimiento de que el médico se encuentre registrado en la base de datos.

En la figura 18 se muestra el mensaje de “**CONECTADO**” lo que indica que el número de documento y la contraseña que se ingresaron son correctas.

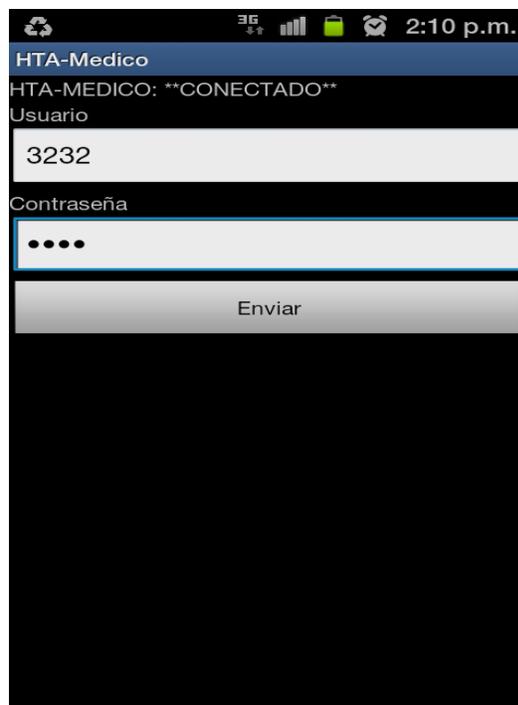


Figura 18

En la figura 19 se muestra el mensaje “NO CONECTADO: INTENTE NUEVAMENTE!!!”, lo que indica que no coincide el usuario (número de documento del paciente) o la contraseña registrada en la base de datos.

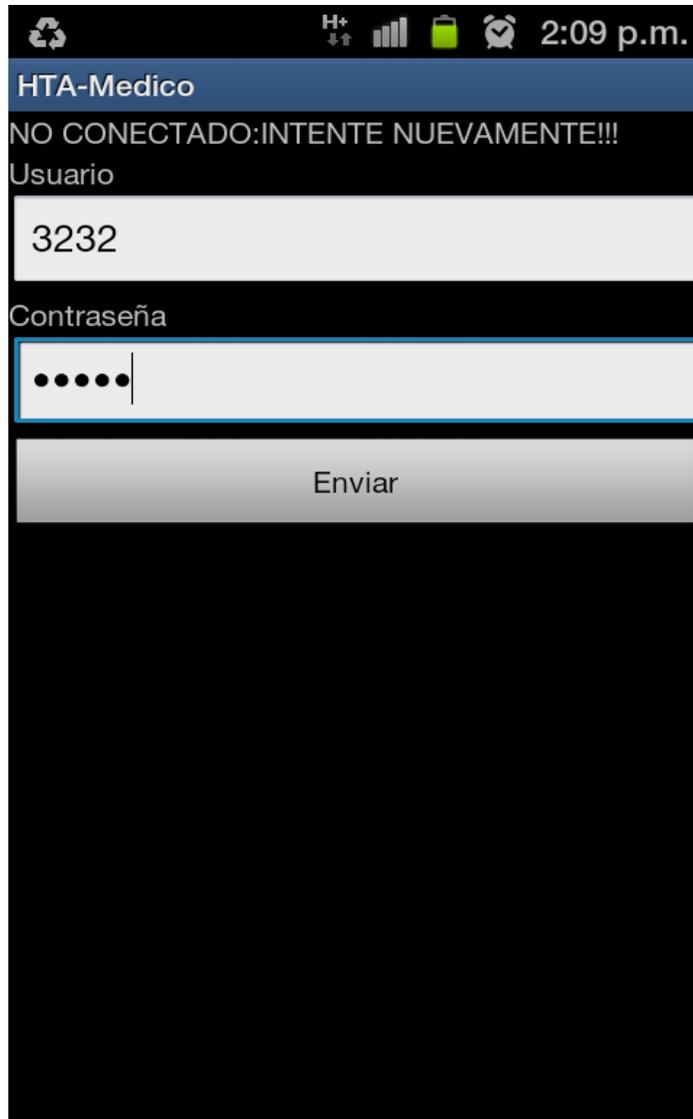


Figura 19

Obteniendo los siguientes resultados en las pruebas:

Consecutivo de prueba	Tiempo en segundos	Consecutivo de prueba	Tiempo en segundos
1	4,4	26	2,6
2	2,9	27	3,6
3	2,3	28	4,8
4	3,8	29	2,7
5	3,1	30	3,1
6	3,8	31	2,9
7	2,6	32	2,6
8	2,9	33	4,8
9	4,7	34	3,4
10	4,8	35	4,6
11	2,9	36	2,6
12	4,5	37	3,2
13	2,8	38	2,5
14	3,1	39	3,5
15	2,9	40	4,5
16	2,6	41	2,3
17	3,8	42	4,2
18	4,2	43	3,4
19	4,4	44	4,9
20	4,3	45	2,8
21	4,2	46	3,5
22	3,3	47	2,9
23	4,2	48	4,3
24	3,2	49	2,2
25	3,5	50	4,5

Tabla 5

Arrojando como conclusión del resultado que la validación del usuario está realizándose de una manera correcta, no se presentaron fallo en la validación del resultado y con un tiempo promedio de respuesta de 3,5 segundos con una

desviación estándar de 0,9 segundos lo que permite concluir que el intervalo de confianza del 95% de las respuestas esta entre 2,6 segundos y 4,4 segundos.

11.3 PRUEBA DE ENVIO DE ALERTA

La prueba se realizó de la siguiente manera:

1. Se ingresa al aplicativo móvil (HTA - Medico)
2. Se ingresa al aplicativo de escritorio del paciente. (HTA- Paciente)
3. Se ejecuta el aplicativo simulador de tensiómetro.

Para tomar los tiempos de respuesta de la alerta al médico se mide a partir de que el valor de la presión arterial sistólica se encuentre por encima de 140 mmHg hasta el momento en el cual el medico recibe el mensaje de alerta en el dispositivo móvil registrado.

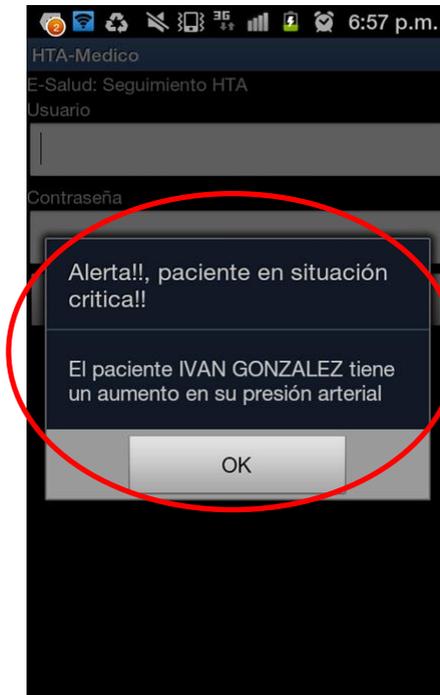
El tiempo se mide desde que se valida un valor de presión arterial sistólica superior a 140.



Valor que sea mayor a 140 genera la alerta.

Figura 20

Hasta cuando el medico recibe la alerta en su dispositivo móvil.



Mensaje de alerta recibida por el medico

Figura 21

La prueba consta de 50 envíos de alerta al dispositivo medico al mismo médico y desde el mismo paciente que han sido validados al ingreso de las aplicaciones HTA-Medico y HTA-Paciente.

El resultado de las pruebas son las siguientes:

Consecutivo de prueba	Tiempo en segundos	Consecutivo de prueba	Tiempo en segundos
1	4,6	26	5,4
2	2,6	27	5,9
3	4,8	28	4
4	9,2	29	5,2
5	8,7	30	6,4
6	5,6	31	4,7
7	6,2	32	6,3
8	5,6	33	5,7
9	5,8	34	6
10	5,7	35	4,6
11	6,7	36	4,1
12	4,5	37	5,7
13	5,9	38	6,8
14	5,3	39	5,1
15	6,9	40	6,6
16	5,9	41	4,3
17	5,8	42	6,6
18	4,7	43	5,0
19	4,3	44	6,0
20	4,6	45	4,8
21	5,3	46	6,4
22	5,5	47	6,2
23	5,4	48	5,8
24	4,1	49	6,2
25	4,7	50	4,9

Tabla 6

El histograma resultado de los datos de las pruebas realizadas es el siguiente:

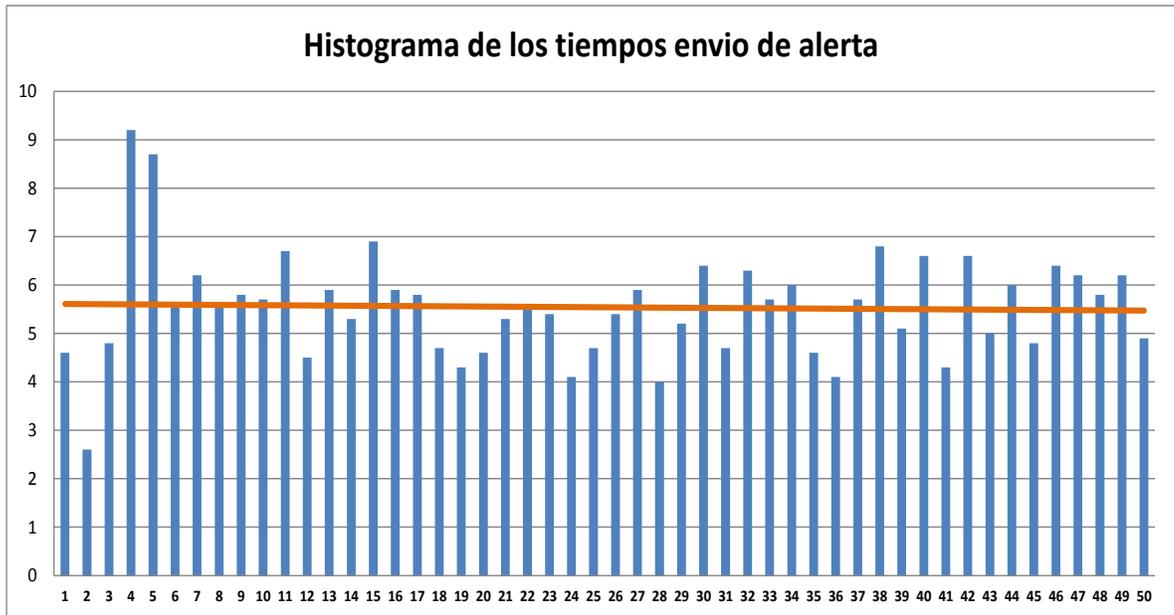


Figura 22

En el histograma se identifica con la línea de tendencia lineal que el envío del mensaje de alerta es regular con una media de 5,5 segundos de respuesta, es así como al aplicar la fórmula de desviación estándar nos arroja un valor de 1,91, lo que nos genera un intervalo de confianza del 95% entre (3,58 segundos y 7,41 segundos).

12. GLOSARIO DE TERMINOS

Dispositivo biomédico: Equipo médico utilizado para tomar la presión la presión arterial.

Paciente: Persona a la cual se le realiza el seguimiento de su presión arterial.

Dispositivo móvil: Equipo con sistema operativo Android con el que cuenta cada uno de los médicos del proyecto.

Android: Sistema operativo para dispositivos móviles.

OMS: Organización Mundial de la Salud

GMC: Google Cloud Messenger

APP: Aplicación

HTA: Hipertensión Arterial

SYS: Valor de la presión arterial sistólica

DIA: Valor de la presión arterial diastólica

13.CONCLUSIONES

- El proceso de análisis del problema planteado para el proyecto se basó en la información suministrada por Nueva EPS para el manejo de pacientes crónicos, conociendo la problemática y el impacto positivo que la tecnología puede generar en el sector salud.
- Se realizó el proceso de análisis del problema empleando los conocimientos adquiridos durante el proceso de aprendizaje del programa de ingeniería de sistemas.
- Se establecieron canales permanentes de retroalimentación entre los actores del problema para el análisis de la solución.
- Se diseñó un prototipo de telemedicina aplicado a dispositivos móviles con sistema operativo Android y aplicando conocimientos de modelado de aplicativos de software y empleando el estándar IEEE830.
- Para el diseño del prototipo se emplearon herramientas libres como lo son Java, MySQL, Linux Debian, Apache Tomcat.
- Se realizó el desarrollo de software orientado a sistemas operativos abiertos y de uso masificado.
- En las pruebas se verifico el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales de acuerdo a los casos de uso desarrollados a partir de la problemática y las necesidades del cliente.

14. BIBLIOGRAFIA

ASOCIACION COLOMBIANA DE EMPRESAS DE MEDICINA INTEGRAL. Gestión y resultados de las Empresas Promotoras de Salud. [En línea]. http://www.acemi.org.co/Comunicaciones/presentaciones/salud_cifras/salud15.pdf. [Citado en 2 de Septiembre de 2011].

CORISCO, María. La telefonía móvil desbanca a internet como sistema de comunicación con el paciente. En: EL MUNDO.ES [En línea]. Número 738 (2008), <http://www.elmundo.es/suplementos/salud/2008/738/1199487603.html>. [Citado en 6 de Septiembre de 2011].

CROSS Michael. The future of remote medical consultations - Cisco's Telemedicine Research. En: TELEPRESENCE OPTIONS. (2008) [En línea]. http://www.telepresenceoptions.com/2008/02/the_future_of_remote_medical_c/. [Citado en 7 de Septiembre de 2011].

DEVELOPER. ¿Qué es Android? [En línea]. <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>. [Citado en 6 de Septiembre de 2011].

FUNDACION SANTA FE DE BOGOTA. Centro de Telesalud. [En línea]. <https://fsfb.edu.co/telemedicina/> [citado en 4 de Septiembre de 2011].

MINISTERIO DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y LAS COMUNICACIONES. Informe ejecutivo sobre los resultados de las interventorías

realizadas a proveedores de Redes y servicios móviles de telefonía móvil celular y servicios de comunicaciones personales durante el año 2010. [En línea]. http://www.mintic.gov.co/images/documentos/indicadores_informes_mintic/informeindustria.pdf [citado en 3 de Septiembre de 2011].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. ¿Quiere ser un medico Tele Experto? [En línea]. <http://www.telemedicina.unal.edu.co/> [citado en 5 de Septiembre de 2011].

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Pila del Protocolo X73-PHD

Figura 2: Modelo de Atención Pacientes Crónicos NEPS

Figura 3: Modelo de Atención Pacientes Crónicos Domiciliarios NEPS

Figura 4: Diagrama captura de Información

Figura 5: Diagrama envío de alerta

Figura 6: Diagrama recepción de alerta

Figura 7: Diagrama de administración

Figura 8: Diagrama de diseño base de datos

Figura 9: Ventana de ingreso al aplicativo paciente

Figura 10: Ventana de validación correcta en el aplicativo paciente

Figura 11: Ventana de validación incorrecta en el aplicativo paciente

Figura 12: Ventana de simulador de tensiómetro

Figura 13: Icono del aplicativo HTA-Medico

Figura 14: Ventana de validación del médico en el aplicativo HTA-Medico

Figura 15: Mensaje de Alerta de paciente en el aplicativo HTA-Medico

Figura 16: Ventana de validación correcta al paciente en el aplicativo HTA-Paciente

Figura 17: Ventana de validación incorrecta al paciente en el aplicativo HTA-Paciente

Figura 18: Ventana de validación correcta al médico en el aplicativo HTA-Medico

Figura 19: Ventana de validación incorrecta al médico en el aplicativo HTA-Medico

Figura 20: Ventana de simulador de tensiómetro

Figura 21: Mensaje de Alerta de paciente en el aplicativo HTA-Medico en pruebas

Figura 22: Histograma de pruebas realizadas

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Diccionario de datos Tabla Paciente

Tabla 2: Diccionario de datos Tabla Médico

Tabla 3: Diccionario de datos Tabla Registro

Tabla 4: Datos obtenidos de las pruebas de respuesta realizadas a la validación del paciente en el aplicativo HTA-Paciente

Tabla 5: Datos obtenidos de las pruebas de respuesta realizadas a la validación del médico en el aplicativo HTA-Medico

Tabla 6: Datos obtenidos de las pruebas de respuesta realizadas al mensaje de alerta.