



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN ENSAYOS CLÍNICOS PARA  
“FOMAT MEDICAL RESEARCH”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Licenciatura en Redes y Sistemas Operativos**

Presentado por:

CARLOS ANTONIO GUALPA VILLAMAR

ROBERTO ENRIQUE MATAMORO DELGADO

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a la Compañía FOMAT Medical Research S. A. por permitirnos trabajar con ellos en el desarrollo de este proyecto. A todos los profesores que hemos tenido a lo largo de la carrera universitaria que aportaron con sus conocimientos y experiencias, nos prepararon para poder culminar esta etapa.

Carlos Antonio Gualpa Villamar  
Roberto Enrique Matamoro Delgado

**Gracias**

# DEDICATORIA

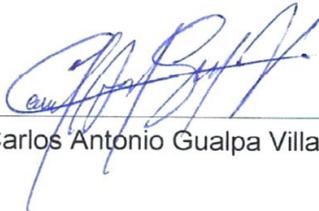
El presente proyecto lo dedico a mis padres y a mi novia, quienes fueron el apoyo y pilar fundamental durante mi carrera Universitaria.

Carlos Antonio Gualpa Villamar

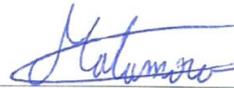
**Gracias**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

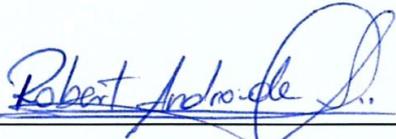


Carlos Antonio Gualpa Villamar.



Roberto Enrique Matamoro Delgado.

## EVALUADORES



**Ing. Robert Stalin Andrade Troya**

PROFESOR DE LA MATERIA



**Ing. María Angélica Santacruz Maridueña**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

La compañía FOMAT Medical Research S.A. [1] actualmente administra los departamentos de investigación clínica en los principales hospitales de Latinoamérica, entre los que se encuentra Ecuador. Actualmente los ensayos clínicos que se realizan en Ecuador consisten en someter a pacientes a la prueba de medicina que aún no se encuentra en el mercado, para la cual se lleva un control y chequeo constante por parte de coordinadores e investigadores médicos, sin embargo, debido al constante control y chequeo de los pacientes que se realiza de manera presencial que genera incomodidad, cancelación de citas y en el peor de los casos el abandono del programa; y se tiene como objetivo reducir tasa de cancelación de citas y abandono del programa.

Se utilizó la metodología de Design Thinking (DT) [2] para generar ideas que nos ayuden a enfocar la solución al problema presentado. Con la información obtenida y el uso de tecnología existente en su mayoría OpenSource, se implementó un dispositivo que recolecte los signos vitales de los pacientes de forma remota y con la ayuda de un aplicativo web para su visualización, con la ayuda de una Raspberry pi 3 B a la que están conectada diferentes sensores.

Los resultados obtenidos de la prueba de dicho dispositivo fueron bastante alentadores, ya que con el dispositivo pudieron monitorear de manera exitosa los signos vitales del paciente y los doctores se mostraron bastante contentos con el aplicativo web.

El proyecto realizado brinda la comodidad de poder tomar los signos vitales de los pacientes desde la comodidad de sus casas, por lo que sus capacidades a futuros pueden explotarse mucho más en el campo de la telemedicina.

**Palabras Clave:** Ensayo Clínico, telemedicina, Design Thinking, Raspberry pi.

## **ABSTRACT**

*The company FOMAT Medical Research S.A. [1] is currently conducting the clinical research departments in the main hospitals in Latin America, among which Ecuador is located. Currently, the clinical trials processes carried out in Ecuador consist of enrolling patients who wish to participate in such clinical trials, for which a constant control and check is carried out by medical coordinators and researchers, however , due to the constant control and check-up of the patients that is carried out in an in-person manner that generates discomfort, cancellation of appointments and in the worst case the abandonment of the program; And it aims to reduce the rate of cancellation of appointments and abandonment of the program.*

*We used the methodology of Design Thinking (DT) [2] to generate ideas that help us to focus the solution to the problem presented. With the information obtained and the use of existing technology mostly Open Source, a device was implemented that collect the vital signs of patients remotely and with the help of a Web application for visualization, with the help of a Raspberry Pi 3 B A, the one that's connected different sensors.*

*The results obtained from the test of this device were quite encouraging, because with the device they were able to successfully monitor the patient's vital signs and the doctors were quite happy with the web application.*

*The project provides the comfort of being able to take the vital signs of patients from the comfort of their homes, so that their future capacities can be exploited much more in the field of telemedicine.*

**Keywords:** *Clinical trial, telemedicine, Design Thinking, Raspberry pi.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1 Descripción del problema .....	10
1.2 Justificación del problema .....	10
1.3 Objetivos .....	11
1.3.1 Objetivo general .....	11
1.3.2 Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO 2.....	13
2. METODOLOGÍA .....	13
CAPÍTULO 3.....	20
3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	20
3.1 Elaboración de la solución.....	21
3.1.1 Instalación del sistema operativo Raspbian a la Raspberry pi3 B .....	21
3.1.2 Conexión VPN.....	21
3.2 Implementación de VPN en raspberry para conexión segura .....	22
3.3 Instalación de módulo de sensor de temperatura.....	23
3.4 Implementación del Módulo del tensiómetro .....	24
3.5 Implementación del sensor de ritmo cardiaco .....	25
3.6 Tareas programadas .....	26

3.7	Aplicativo web para los médicos.....	27
3.1	Resultado y análisis.....	29
CAPÍTULO 4.....		32
4.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO .....	32
4.1	Costos .....	32
4.2	Plan de implementación .....	32
CONCLUSIONES.....		34
RECOMENDACIONES .....		35
BIBLIOGRAFÍA.....		36
ANEXOS.....		38

## ABREVIATURAS

ARCSA	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria.
DHL	Deutsche Post.
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
FDA	Food & Drug Administration.
FOMAT	Focil y Mata.
GND	Ground (Tensión cero).
GPIO	General Purpose Input/Output; (Entrada/Salida de Propósito General).
GPRS	General Packet Radio Service.
HSPA	High Speed Downlink Packet Access.
microSD	Micro Secure Digital.
MSP	Ministerio de Salud Pública.
MySQL	My Structured Query Lenguaje.
PHP	Hypertext Preprocessor.
PPM	Palpitaciones por Minuto.
RX	Recepción.
TX	Transmisión.
USB	Universal Serial Bus.
VPN	Virtual Private Network.
WIFI	Wireless Fidelity.

## SIMBOLOGÍA

GB	Gigabyte
mm	Milímetro.
mmHg	Milimetro de Mercurio.
°C	Grados Celsius.
S	Conmutador.
V	Voltaje.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Departamentos que compone la compañía.....	13
Figura 2.2 Mapa de empatía del Director General.....	15
Figura 2.3 Árbol de problemas .....	16
Figura 2.4 Diseño de la solución .....	19
Figura 3.2 Diagrama de solución.....	21
Figura 3.3 Diagrama de módulo sensor de temperatura .....	23
Figura 3.4 Captura de temperatura .....	24
Figura 3.5 Diagrama del módulo del tensiómetro .....	25
Figura 3.6 Diagrama de sensor de ritmo cardiaco.....	26
Figura 3.7 Página de inicio de sesión.....	28
Figura 3.8 Aplicativo web del médico .....	28
Figura 3.9 Portal de telemedicina .....	29
Figura 3.10 Diagrama del prototipo [18] .....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de decisión.....	18
Tabla 4.1Tabla de costos del proyecto.....	32
Tabla 4.2 Diagrama de Gantt de la implementación.....	33

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la compañía FOMAT Medical Research S.A es vanguardista en la investigación clínica y se encuentra dirigiendo los departamentos de investigación clínica en varios de los hospitales más importantes de Latinoamérica, entre los que se encuentran los principales hospitales de Ecuador.

Actualmente los diferentes ensayos clínicos que se realizan en Ecuador se llevan a cabo en Guayaquil, Quito y Cuenca en los hospitales más importantes de las ciudades mencionadas anteriormente; un estudio clínico consiste en la afiliación de un paciente, que se obtiene mediante las bases de datos de los principales hospitales de Ecuador y debe cumplir con el perfil deseado por la compañía, (cabe recalcar que dicho perfil consiste en que el o los pacientes sean portadores de enfermedades de interés para las farmacéuticas). La compañía FOMAT Medical se contacta con el mismo y se le informa del programa del cual sería parte, contribuyendo en la prueba de medicina que aún no se encuentra en el mercado, para esto se llega a un acuerdo con el paciente y se firma un consentimiento informado.

Una vez que el paciente se encuentra dentro del programa de ensayos clínicos este debe someterse a un riguroso control médico, teniendo como mayor prioridad la salud del paciente. El control médico radica en una serie de visitas médicas que se realizan de manera presencial en hospitales y centros de salud autorizados, las visitas médicas se basan fundamentalmente en la recolección de signos vitales del paciente, de los que se obtienen varios registros entre los cuales los más destacados son el “historial clínico del paciente”, en el cual se registra cronológicamente las condiciones de salud del paciente, la efectividad del medicamento, procedimientos médicos y las demás intervenciones realizadas por el equipo de médicos que están a cargo de la atención y de “el diario del paciente”, en el cual se registran cualquier tipo de síntomas, efectos secundarios o algún síntoma adverso que se pueda presentar o que lo pueden llegar a producir los medicamentos suministrados al paciente, es decir que este registro lo lleva el paciente, sin embargo, debido al constante control y chequeo a los que son sometidos los pacientes que forman parte

del programa, estos deben asistir de una a dos veces por semana a realizarse las visitas médicas, dependiendo del protocolo del estudio clínico que se esté realizando.

### **1.1 Descripción del problema**

En ciertos casos existen pacientes que viven en lugares lejanos de los hospitales o de centros de salud autorizados, es decir que sus residencias se encuentran ubicadas en áreas perimetrales de las ciudades principales o puede ser el caso que vivan en otras ciudades, lo que conlleva a que el paciente tenga que atravesar la ciudad o viajar de otra ciudad hacia Guayaquil, Quito o Cuenca que suele variar de entre 2 a 4 horas de viaje para realizarse la visita médica del ensayo clínico del que este formando parte.

Puede darse el caso en el que el paciente llega a la necesidad de cancelar las citas o aplazarlas para otro día, o en la peor de las situaciones, llegar al abandono del programa de investigación médica por falta de tiempo, debido a que existen un grupo de pacientes que son estudiantes universitarios y por lo consiguiente esto deriva a que su tiempo libre es bastante limitado, lo mismo ocurre con pacientes que están sujetos a un horario laboral, en la mayor parte de las ocasiones ocurre que en sus emplazamientos de trabajo no les otorgan el tiempo libre para poder asistir a las citas médicas de los ensayos clínicos, esto puede llegar a producir molestia en los pacientes que son parte del programa de ensayos clínicos, provocando incomodidad e incumplimiento en el cronograma que fue diseñado por la compañía; Esto produce retrasos en las citas de acuerdo al horario o día acordado previamente con el paciente.

### **1.2 Justificación del problema**

Durante el tiempo que suele durar el proceso del ensayo clínico, como se mencionó anteriormente puede darse la situación de que un paciente cancele las citas o abandone el programa, lo que llega a producir pérdidas económicas muy significativas para la compañía ya que por cada visita cancelada o aplazada existen pérdidas económicas, adicional a esto el

dinero y tiempo invertido por la compañía se pierde, como es el caso de los gastos de transportación y alimentación de los pacientes que se encuentran en un ensayo clínico o en otras palabras los gastos de los viáticos; y se deja de percibir el ingreso económico por parte de las empresas farmacéuticas que son las principales interesadas en el resultado del ensayo clínico.

Cabe resaltar que no se tiene permitido dar a los pacientes incentivos económicos por formar parte del estudio de un ensayo clínico, ya que esto no es ético y puede ser considerado como manipulación del paciente y sancionado por entes regulatorios como, por ejemplo:

- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) [3]
- Ministerio de Salud Pública (MSP) [4]

En un estudio clínico que puede tener diez o más visitas, entre sus diferentes fases (el número de visitas que puede tener un estudio clínico entre sus diferentes fases puede variar según el protocolo del estudio clínico que se -este realizando). Si un paciente decide retirarse o abandonar el programa antes de concluir todas las visitas médicas y dar por terminado el programa del ensayo clínico, todo el tiempo que se invirtió en el paciente no serviría de nada ya que el único interés de las farmacéuticas es de obtener la totalidad de los datos de las visitas médicas hasta que se haya concluido el estudio del ensayo clínico.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar un dispositivo que pueda realizar remotamente la recolección de los signos vitales de pacientes que se formen parte de un estudio clínico.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Optimizar la recolección de signos vitales de los pacientes.

- Evitar el abandono de pacientes del programa de ensayos clínicos.
- Evitar la cancelación y el retraso de las citas médicas.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Para la elaboración de nuestro proyecto se decidió utilizar la metodología de Design Thinking, con la ayuda de sus distintas fases y herramientas se pudo dar solución a la problemática central de la cual es afectada la compañía FOMAT Medical Research S. A. en los ensayos clínicos que estos realizan.

Inicialmente para poder conocer mejor el entorno de la compañía se vio la necesidad de realizar una investigación de escritorio (véase en Anexo A) (Figura. 2.1), esta es una herramienta que nos permite conocer a fondo cómo está compuesta la organización de la empresa, con la ayuda de la investigación de escritorio se logró tener más en claro su esquema interno y como está constituida.

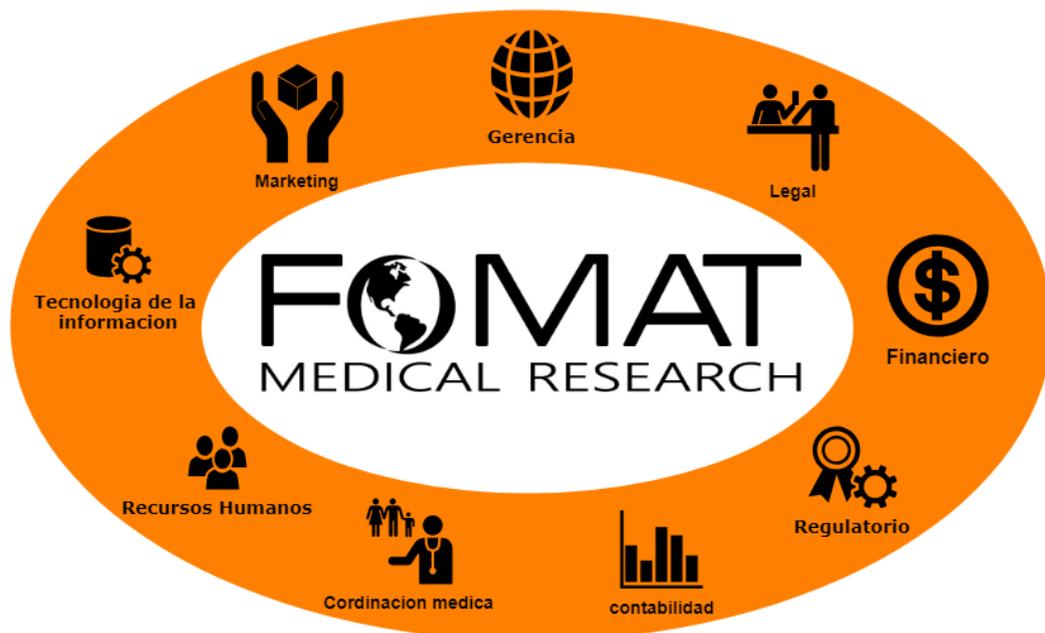


Figura 2.1 Departamentos que compone la compañía.

Una vez que tuvimos en claro el entorno del cómo está constituida internamente la compañía se procedió a la elaboración de perfiles (véase en Anexo B) para los integrantes de las áreas que están relacionadas directamente con los ensayos clínicos, las cuales son:

- Director General de la compañía

- Coordinadores médicos
- Pacientes

Para lograr tener un panorama más profundo de la problemática que se desea resolver, de acuerdo con los perfiles de las personas que se encuentran directamente vinculados con los ensayos clínicos, se realizó una lluvia de ideas (véase en Anexo C) con posibles preguntas que se podrían realizar a los principales interesados de dichos perfiles.

Una vez que se obtuvo las encuestas personalizadas para cada una de las personas representantes de los departamentos relacionados directamente con los ensayos clínicos, se coordinó o agendo una cita con cada una de las personas de los perfiles para poder efectuar las entrevista (véase en Anexo D).

La información obtenida de las entrevistas fue de vital importancia, ya que con las reuniones realizadas se pudo lograr elaborar los mapas de empatía de cada una de las personas que se entrevistaron (véase en Anexo E) (Figura. 2.2), que con la cual se tuvo más en claro las causas y efectos que giran alrededor de la problemática central y que nos ayudó a tener un punto de vista desde la perspectiva de la persona entrevistada hacia la problemática central que afecta a la compañía, y por lo que se pueden resaltar los siguientes puntos:

- Dicen que se debería mejorar la metodología que se utiliza para almacenar los registros de las visitas médicas realizadas.
- Piensan que la implementación de herramientas tecnológicas podría ayudar a evitar las cancelaciones citas médicas.
- Sienten que la tecnología puede ser un gran aliado a momento de realizar los ensayos clínicos.



**Figura 2.2 Mapa de empatía del Director General**

Con los diferentes tipos de comentarios, opiniones y observaciones obtenidos de las diferentes personas entrevistadas, nos dieron un mejor enfoque o punto de vista del entorno sobre el cual se desarrolla la compañía en los ensayos clínicos, y de la condición tecnológica en la que se encuentra actualmente la misma. De los datos obtenidos y ya ordenados se procedió con la elaboración de un árbol de problemas (Figura. 2.3) con las causas y efectos que se encuentran ligados directamente a la problemática central de la cual es afectada la compañía.

Este esquema de árbol de problemas nos ayudaría a tener una visión más clara de las posibles alternativas de solución que se podrían aplicar en la compañía FOMAT Medical Research S. A. para tratar de minimizar el impacto que causa la problemática central y que está perjudicando a la misma, analizando de manera detenida las causas del problema central y plantear diferentes alternativas de

solución para tratar de mitigar o minimizar el efecto que genera la problemática principal.

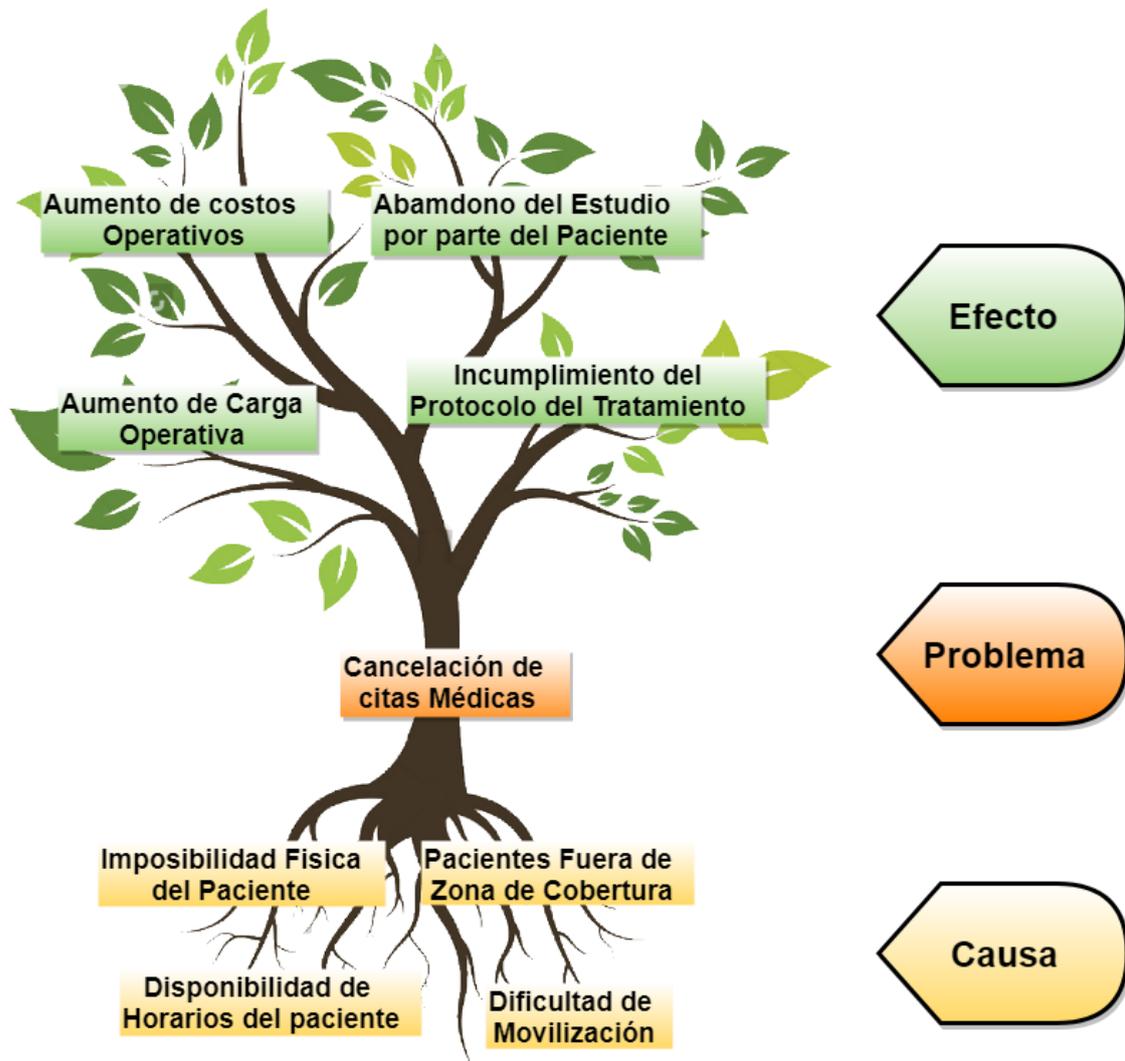


Figura 2.3 Árbol de problemas

Luego de tener en claro y esquematizado la problemática central de la compañía, que es la cancelación de citas médicas con sus respectivas causas y efectos de la misma, que son:

- Causas
  - Imposibilidad física de movilización del paciente, por tener alguna enfermedad degenerativa que les impida moverse fácilmente.
  - Pacientes que viven en zonas lejanas de la ciudad o en otras ciudades por lo que resulta difícil dirigirse a los centros médicos autorizados.
  - Disponibilidad de horarios libres del paciente que estudian o trabajan.

- Efectos
  - Aumento de carga operativa para la compañía por el abandono del estudio.
  - Generación de pérdidas económicas por la inconclusión del estudio, y por dejar de percibir el ingreso económico de las farmacéuticas.
  - Abandono del estudio clínico por parte del paciente debido al constante control de citas o por falta de tiempo.
  - Incumplimiento del protocolo del tratamiento médico, lo que puede poner en riesgo la salud del paciente.

Con todos estos datos obtenidos se procedió a generar una lluvia de ideas con posibles soluciones para aminorar el problema central que afecta a la compañía, y en paralelo se establecieron las principales necesidades que se tiene en la compañía, con estos dos parámetros se procedió a la elaboración de una matriz de decisión (Tabla 2.1) con las posibles soluciones al problema y las necesidades de la compañía.

**Tabla 2.1 Matriz de decisión**

Necesidades / Soluciones	Evitar cancelación de citas	Evitar abandono del estudio clínico	Asistencia puntual a las citas (por parte del paciente)	Concluir el ensayo clínico	Eliminar costos de viáticos de Paciente	Eliminar costos de viáticos del Coordinador	Total
Ampliar el rango de los horarios de las citas médicas	1	1	1	1	0	0	4
Afiliarse a más hospitales para que el paciente asista al centro de su preferencia	0	1	0	1	1	1	4
Implementar un sistema automatizado para recordarle por mensaje SMS al paciente su asistencia a las citas médicas	0	0	1	0	0	0	1
Crear un dispositivo de comunicación con capacidad de tomar signos vitales para que la cita se realice de manera remota	1	1	1	1	1	1	6
Contratar a un doctor que visite al paciente a domicilio	1	1	1	1	0	0	4
Desarrollar una app para seguir el diario del paciente.	0	0	0	0	0	0	0
<b>Escala</b>							
<b>Si cumple</b>	<b>1</b>						
<b>No cumple</b>	<b>0</b>						

Una vez que se realizó una reunión con el presidente y propietario de la compañía que se la evidencio con un acta de reunión (véase en Anexo F) se tomó la decisión de fabricar un dispositivo que ayude a la toma y recolección de signos vitales de los pacientes que se encuentren participando en ensayos clínicos y que se le dificulten hacer las visitas médicas de manera presencial(Figura 2.4).



**Figura 2.4 Diseño de la solución**

# CAPÍTULO 3

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Se procedió con la elaboración de un prototipo (Figura 3.1) para simular la funcionalidad y la apariencia que tendría nuestro producto final. El prototipo está compuesto por una Raspberry pi 3 B [5] a la cual se conectan mediante los puertos GPIO los módulos encargados de tomar los signos vitales, tales como:

- Termómetro corporal
- Tensiómetro
- Medidor de ritmo cardiaco

Además de esto también se contará con un teléfono celular de gama media con capacidad para conectarse a la red móvil de un proveedor de telefonía celular, que soporte como mínimo la conectividad mediante protocolo HSPA [8] ya que según las pruebas que se realizaron cuando la conectividad es en GPRS [9] la video llamada puede llegar a tener problemas de conectividad.

El teléfono celular también tendrá la capacidad de proveer WIFI [10] a la Raspberry pi 3 B para permitirle comunicarse a través de una conexión tipo VPN [11], este tipo de conectividad es la más segura al servidor de base de datos MySQL.

Adicional a esto se contará con una webcam de 4 megapíxeles [12] conectada a la Raspberry pi 3 B mediante un cable USB [13] para tomar fotografías en caso de ser necesario por el protocolo de ensayo clínico, esta cámara al ser conectada a la Raspberry pi 3 B, se ejecutará automáticamente el comando “streamer” que cada 30 segundos tomará una imagen de la webcam y la subirá automáticamente al servidor de base de datos en una columna de tipo blob, esta función es únicamente valida si se conecta la webcam a la Raspberry pi 3 B.

Adicional a esto el doctor o coordinador encargado se comunicará con el paciente mediante una llamada de Skype para negocios [16], ya que Skype para negocios es el método oficial de la empresa para realizar llamadas de manera segura ya que están abalados por la FDA [17] como aplicativo seguro para realizar videollamadas.

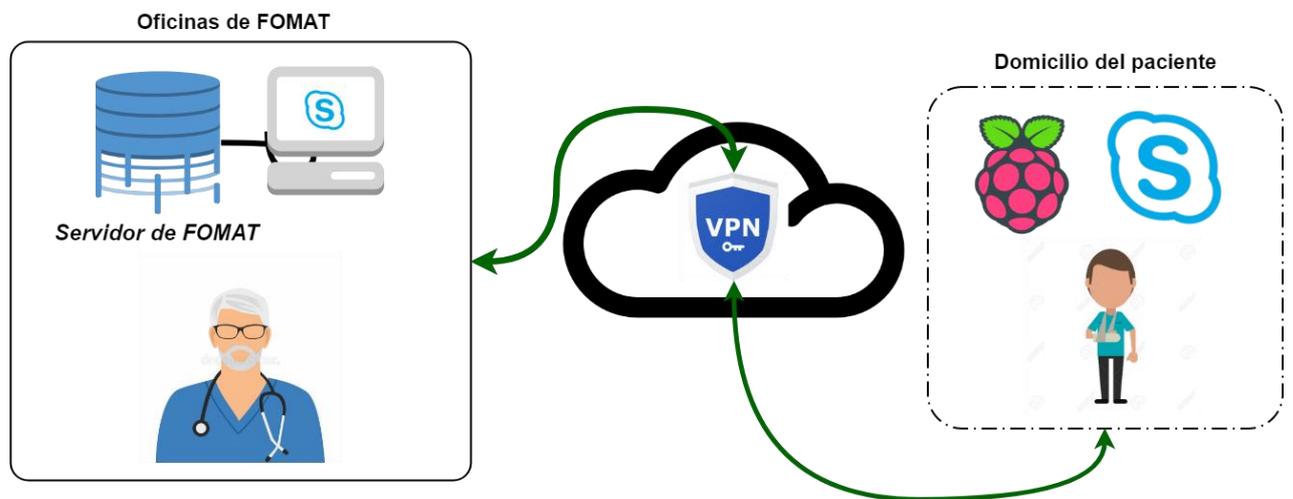


Figura 3.1 Diagrama de solución

### 3.1 Elaboración de la solución

#### 3.1.1 Instalación del sistema operativo Raspbian a la Raspberry pi3 B

Se descargó el sistema operativo en formato .img desde el sitio oficial de Raspberry pi, luego se procedió a grabar este archivo de sistema operativo en una memoria microSD de 4 GB, hay que tener en cuenta que el requerimiento mínimo para instalar este sistema operativo es de 4 GB.

Se configuraron las interfaces de red con una ip privada para permitirnos conectar mediante SSH para poder realizar las configuraciones necesarias.

#### 3.1.2 Conexión VPN

Se solicitó un usuario y una clave para poder conectarse mediante ptp a la red interna de FOMAT medical, en nuestro caso nos conectamos al servidor de pruebas que tenía ya alojada una base de datos en MySQL.

Creamos las siguientes tablas:

- doctores

- doctores-pacientes
- equiposppm
- equipospaciente
- equipotemperatura
- equipotensiometro
- imagenpaciente
- pacientes
- pacientesequipos

### 3.2 Implementación de VPN en raspberry para conexión segura

Lo primero que tuvimos que hacer es instalar el software pptpd con el comando:

```
#sudo apt-get install pptp-linux
```

Ahora editamos el archivo que se encuentra la siguiente ruta:

```
/etc/ppp/peers
```

Con el siguiente comando podemos editar el archivo:

```
#sudo nano /etc/ppp/peers
```

```
Pty      "pptp      hostfomat.com      --nolaunchpppd      --debug"
name                                           tesis
password tesis
remotename                                     PPTP
require-mppe-128
require-mschap-v2
refuse-eap
refuse-pap
refuse-chap
refuse-mschap
noauth
debug
persist
maxfail
defaultroute
```

```
replacedefaultroute
usepeerdns
```

Ahora ejecutamos el siguiente comando para poder hacer el inicio automático:

```
update-rc.d [vpn.sh] defaults
```

### 3.3 Instalación de módulo de sensor de temperatura

Una vez instalado el módulo se procedió a habilitar el pin número 4 de los pines de GPIO para poder leer la temperatura enviada por el sensor con el siguiente comando (Figura 3.3):

```
#dtoverlay=w1-gpio,gpiopin=4
```

A continuación mostramos el diagrama de cómo está conectado el sensor de temperatura.

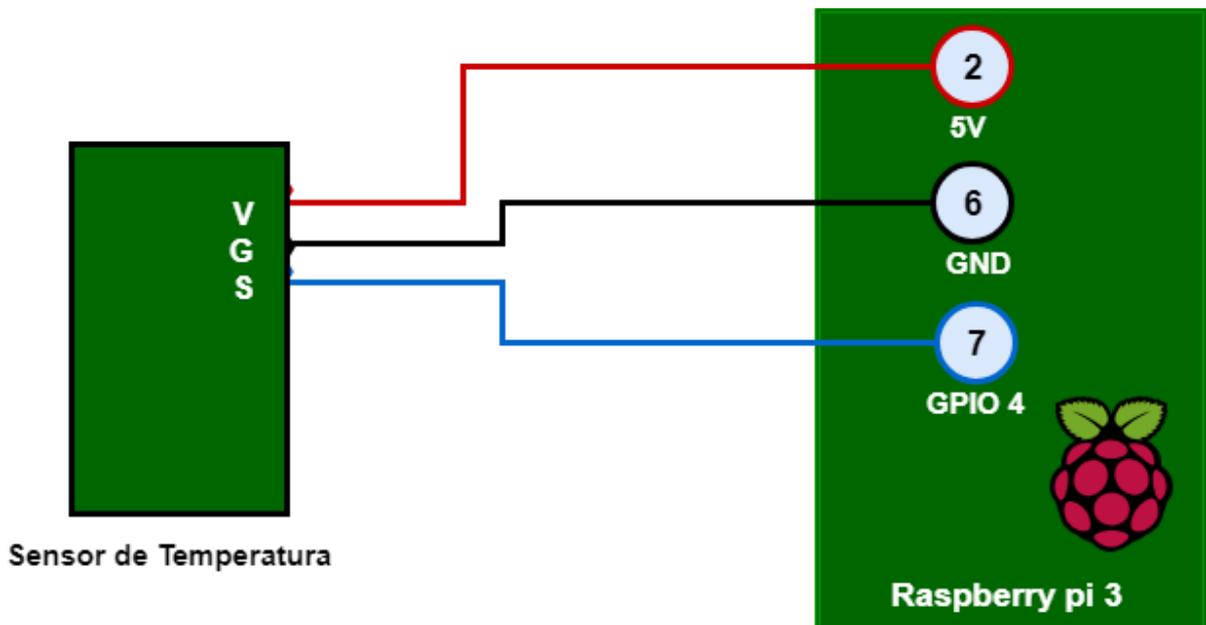


Figura 3.2 Diagrama de módulo sensor de temperatura

Adicional a esto procedimos a instalar los módulos:

```
w1-gpio y w1-therm
```

Con los siguientes comandos:

```
#sudo modprobe w1-gpio
```

```
#sudo modprobe w1-therm
```

Una vez que pudimos reconocer al sensor de temperatura en la siguiente ruta:

```
/sys/bus/w1/devices/
```

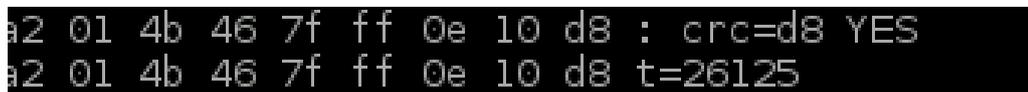
En esta ruta aparecerán los sensores, cada sensor DS18B20 (identificativo del sensor de temperatura) aparecerá con un ID diferente por lo cual es importante añadirlo al script de Python que desarrollaremos.

En este caso la ruta será:

```
/sys/bus/w1/devices/28-0516a1029fff/w1_slave
```

Para probar que funciona ejecutamos el comando:

```
#cat /sys/bus/w1/devices/28-0516a1029fff/w1_slave
```



```
28-0516a1029fff: crc=d8 YES
28-0516a1029fff:t=26125
```

**Figura 3.3 Captura de temperatura**

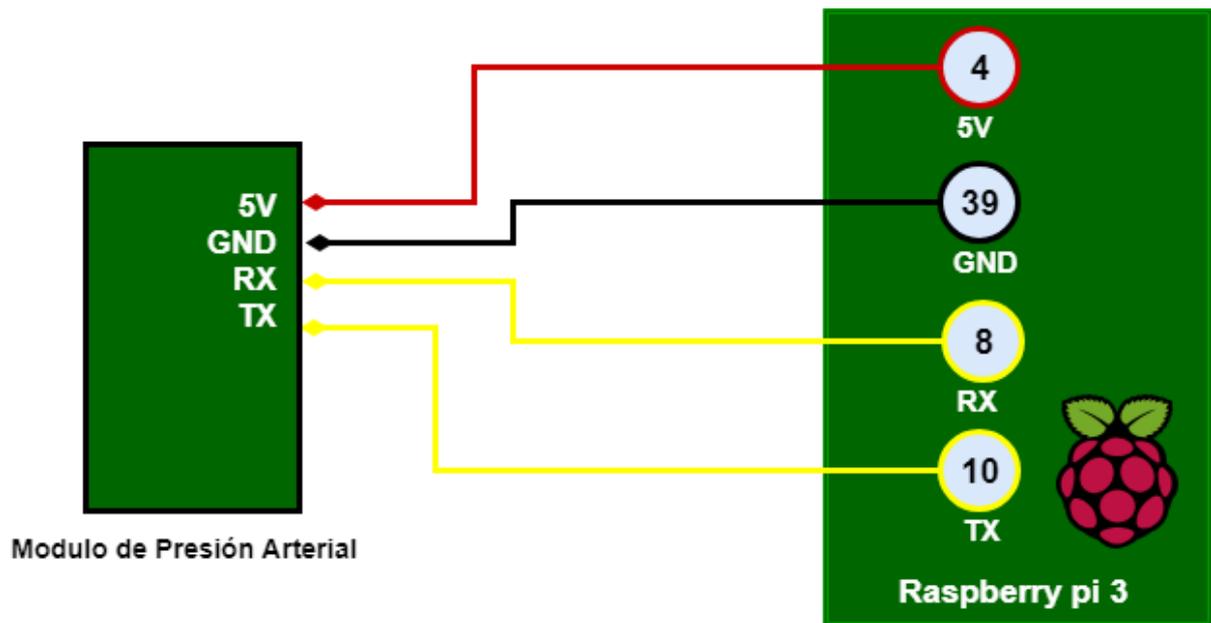
En nuestro proyecto solo deseamos mostrar la temperatura en números enteros con dos decimales (figura 3.4).

Basado en estos hicimos un script en Python que cargue la información a la base de datos (véase en Anexo J).

El termómetro se lo utiliza para medir la temperatura corporal del paciente, el cual se lo deberá colocar debajo de la axila del paciente, para registrar cualquier anomalía o variación en su temperatura corporal, como fiebre o hipotermia corporal, la temperatura será tomada en grados Celsius, la temperatura normal del cuerpo humano está entre los 36,3°C y los 37,1°C.

### **3.4 Implementación del Módulo del tensiómetro**

Este módulo va conectado en los puertos seriales de la raspberry en los pines del GPIO correspondientes a RX y TX (figura 3.5).



**Figura 3.4 Diagrama del módulo del tensiómetro**

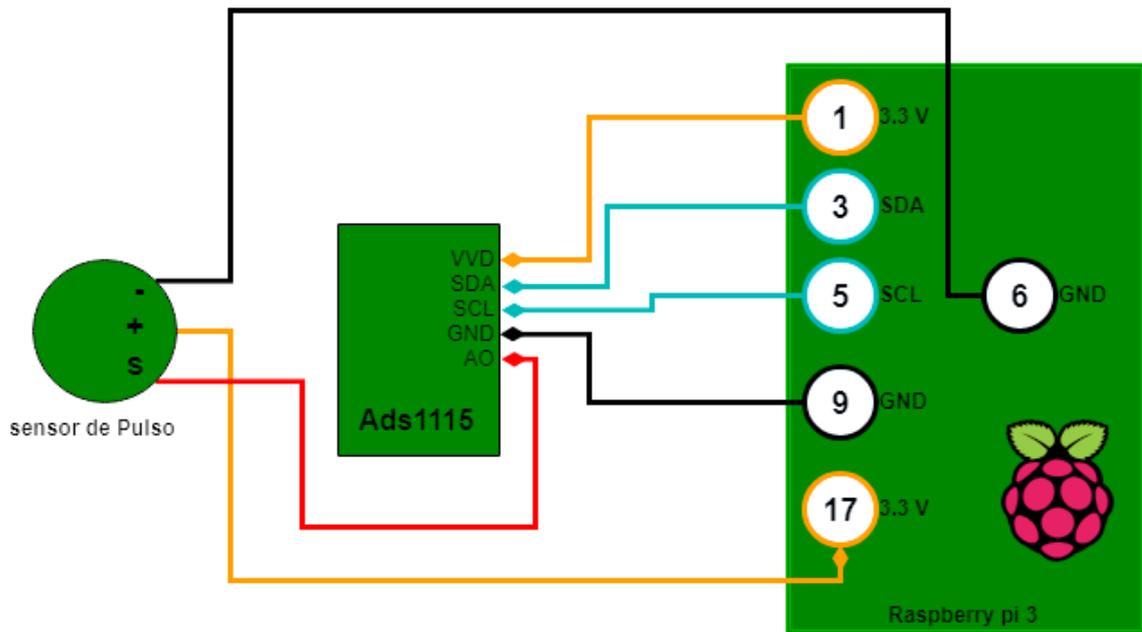
Se creó un script donde se importaron las librerías para obtener datos del TTY (véase en Anexo K).

El tensiómetro se lo usará para poder tomar la presión arterial del paciente, el paciente se lo deberá colocar en su muñeca para medir la presión sistólica como la diastólica, los cuales en términos normales la presión sistólica se encuentra en entre 80 y 120 mmHg y para la presión diastólica entre 60 y 80 mmHg.

### 3.5 Implementación del sensor de ritmo cardiaco

Para poder usar el sensor de ritmo cardiaco fue necesario usar un conversor de señal analógica a digital (ADS1115) que se encargará de transmitir las señales analógicas emitidas por el sensor de ritmo cardiaco y convertirlas en señales digitales (figura 3.6), ya que la raspberry Pi no es capaz de interpretar señales analógicas, únicamente tiene la capacidad de interpretar señales digitales.

Se procedió con la conexión del sensor a la Raspberry pi de la siguiente manera.



**Figura 3.5 Diagrama de sensor de ritmo cardiaco**

Luego de realizar la conexión respectiva de los cables a los pines de la raspberry procedimos a instalar la librería desde github

Raspberry-Pi-Heartbeat-Pulse-Sensor

Con el siguiente comando:

```
#git clone https://github.com/tutRPi/Raspberry-Pi-Heartbeat-Pulse-Sensor
```

Una vez instaladas las librerías procedimos a crear nuestro script basado en las líneas de código mostradas en el ejemplo, adicional insertamos comandos para subir a nuestra base de datos los valores obtenidos.

El medidor de ritmo cardiaco se lo usara para llevar un control de palpitations por minuto de los pacientes, para esto el paciente deberá colocar su dedo en el dispositivo que medirá las palpitations por minuto, para que las palpitations por minutos se consideren que están en un rango normal deberán estar entre 60 PPM y 100 PPM.

### 3.6 Tareas programadas

Se creo los crontab que se ejecutarán a cada minuto para poder obtener la información de los signos vitales.

Hay que destacar que el crontab que sube las imágenes de la webcam que se ejecuta cada 30 segundos, el resto de los sensores envía información cada minuto (véase en Anexo L).

### **3.7 Aplicativo web para los médicos**

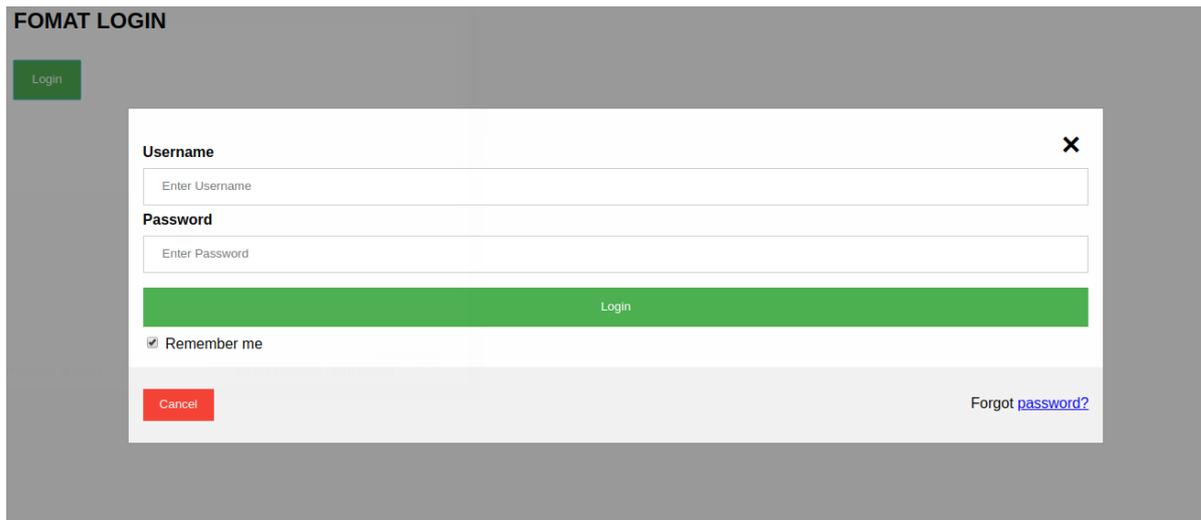
Se procedió a diseñar una página web en PHP por lo que se requirió un servidor en APACHE con PHP 7 instalado, usamos PHP 7 porque es la versión más actual de PHP, lo que significa que es la más segura hasta el momento.

La información obtenida por la Raspberry pi 3 B será transmitida mediante script realizado en Python [6] para poder ser transmitido al servidor de MySQL [7] ubicado en la empresa.

En nuestro servidor de Base de datos habilitamos un usuario con permisos para poder realizar la función INSERT con la cual se podrá garantizar que solo los equipos remotos tendrán permitido guardar información en la base de datos.

Con los datos almacenado se podrá leer la información mediante el aplicativo web alojado en Apache Server [14] el cual se conecta a la base de datos MySQL que contiene la información transmitida por la Raspberry pi 3 B para presentarla en el aplicativo web que se desarrollando en PHP, [15] donde el Investigador y los coordinadores médicos encargados del ensayo clínico podrán ver la información de signos vitales en tiempo real. Cabe recalcar que para tener acceso al aplicativo web será mediante sus respectivas credenciales como lo son usuario y contraseña

Lo primero que tuvimos que realizar fue iniciar sesión en el aplicativo web (figura 3.7), por lo cual tomamos los usuarios para iniciar sesión de la tabla de doctores.



**Figura 3.6** Página de inicio de sesión

El panel principal se puede conectarse a la base de datos de pacientes y presentarla de tal manera de que el doctor o investigador pueda ver sus pacientes asignados (Figura 3.8).

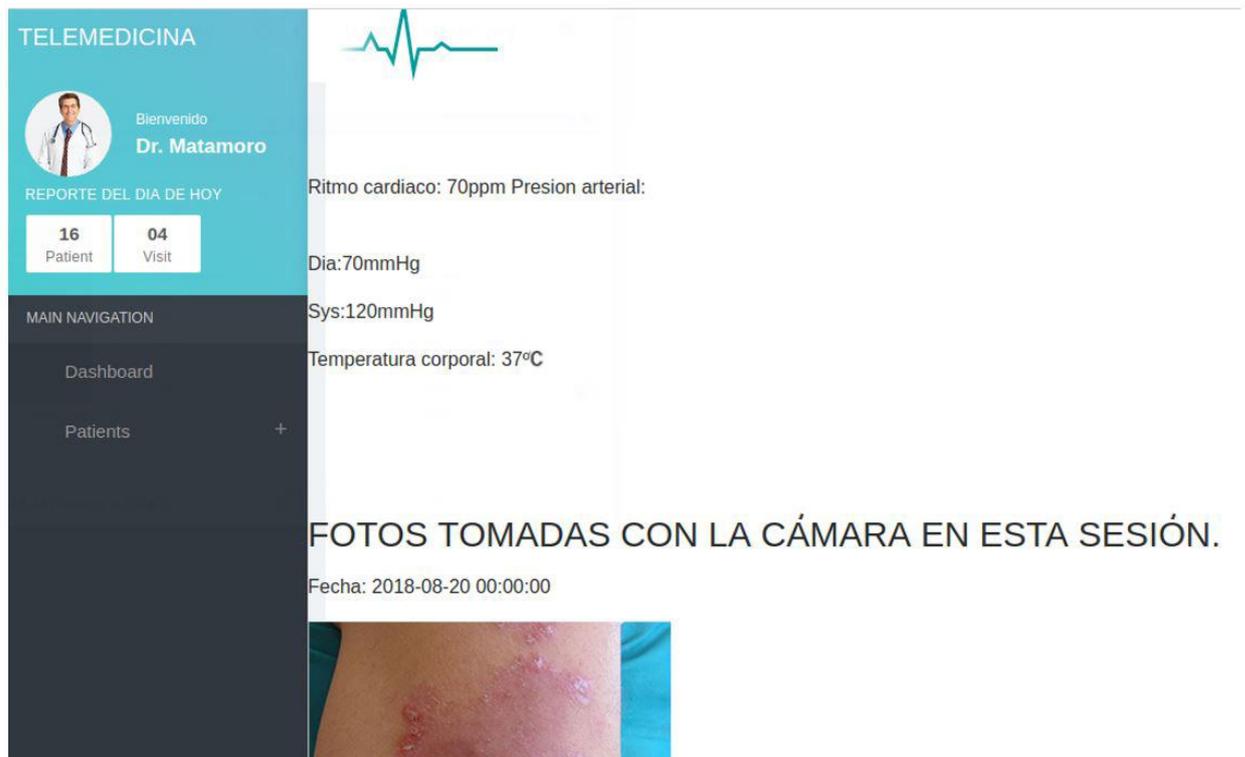
### LISTA DE PACIENTES

#	Código de paciente	Enfermedad
1	001	FIEBRE
2	002	CÁNCER
3	003	TOS
4	004	DENTAL

**Figura 3.7** Aplicativo web del médico

Una vez que el paciente inicie la llamada de Skype para negocios con el coordinador o investigador, se podrá proceder a la colocación de los

sensores en el cuerpo del paciente para que el equipo pueda empezar a transmitir, y el coordinador o doctor podrá observar la siguiente ventana en su navegador web (figura 3.9).



**Figura 3.8 Portal de telemedicina**

### **3.1 Resultado y análisis**

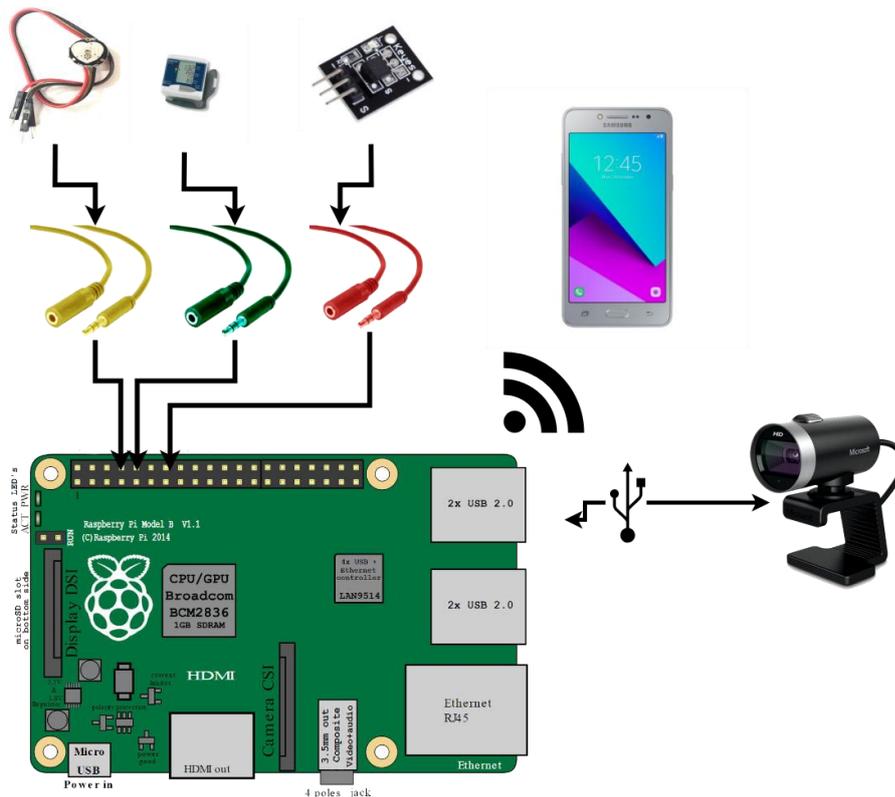
Se procedió a llevar los equipos que conforman el prototipo a la compañía, para que puedan ser testeados por los coordinadores médicos y por el gerente general de la compañía.

Al momento que se realizaron las primeras pruebas con Nicholas Focil gerente general de la compañía, quien fue el primero en realizar las pruebas del aplicativo web, y de manera simultánea la doctora Doménica Donoso secundó con las pruebas del aplicativo web, ambos revisaron los pacientes que teníamos registrados para las pruebas, y estuvieron muy a gusto con las pruebas realizadas a la herramienta para poder monitorear los signos vitales de los pacientes, indicaron que les agradó mucho la idea de que el sistema pueda conectarse con la base de

datos de los pacientes que se encuentran enrolados en ensayos clínicos, ya que en esta base de datos solo se asignan los pacientes al personal autorizado.

Al realizar las pruebas con los distintos sensores del prototipo, existió el inconveniente de que los diferentes cables de cada uno de los sensores se enredaban entre ellos con mucha facilidad lo que causó un poco de molestia y retrasó al momento de preparar la prueba para tomar los signos vitales.

Por lo tanto se vio en la necesidad de hacer que los diferentes sensores fueran desmontables a la Raspberry pi 3 B, esto nos desencadenó otro problema, hacer que el paciente manipule los módulos de conexión de la Raspberry pi 3 B que cuenta con 40 pines, es muy fácil equivocarse o cometer un error al momento de realizar una conexión, lo que provocaría un mal funcionamiento de los módulos o en el peor de los casos pueden llegar a estropearlos ya sea tanto los conectores hembra de los módulos como los pines de la propia Raspberry pi 3 B. Para mitigar este nuevo inconveniente que se presentó, se vio en la necesidad de utilizar conectores Jack de 3.5 mm hembra y macho, los conectores Jack de 3.5 mm hembra que van conectados mediante un cable a los pines correspondientes para cada uno de los diferentes sensores a los pines GPIO de la Raspberry pi 3 B, lo que quiere decir que se utilizaron 3 conectores hembras, el mismo tiempo se realizó la conexión de un Jack de 3.5 mm macho a cada uno de los sensores, por lo tanto se utilizaron 3 Jack de 3.5 mm macho, con esto se evitó que el paciente manipule directamente la conexión a los pines GPIO de la Raspberry, y así se evitó que los cables de los diferentes sensores se enreden entre ellos. Esto provocó otro inconveniente en el prototipo, ya que al momento que se realizó una nueva prueba los pacientes no sabían en que conector corresponde cada Jack macho y hembra ya que a simple vista todos son iguales, por lo que se procedió a pintar de colores diferentes cada par de conectores de los sensores correspondientes (figura 3.10), de esta manera resultó mucho más fácil la conexión de los módulos de presión arterial, temperatura y ritmo cardíaco.



**Figura 3.9 Diagrama del prototipo [18]**

Con la ayuda de la Doctora Doménica Donoso pudimos obtener con éxito los resultados de una prueba en un escenario real, ya que ella se encontraba en la ciudad Quito, y nos comentó que su experiencia testeando el prototipo fue bastante buena usando los equipos, y efectivamente la transmisión desde la ciudad de Quito a las oficinas de FOMAT Medical Research S. A. que se encuentran en la ciudad de Guayaquil se realizó sin ningún tipo de inconveniente, inclusive la videollamada que se efectuó por medio de Skype para negocios fue clara y sin pérdidas.

Recibimos buenos comentarios de nuestro producto, ya que lo consideraron como un futuro escenario de la telemedicina, por las diferentes aplicaciones que se podrían dar en distintas áreas de la medicina.

# CAPÍTULO 4

## 4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

### 4.1 Costos

Para poder realizar las pruebas de prototipo se utilizaron los siguientes dispositivos (tabla 4.1).

**Tabla 4.1**Tabla de costos del proyecto

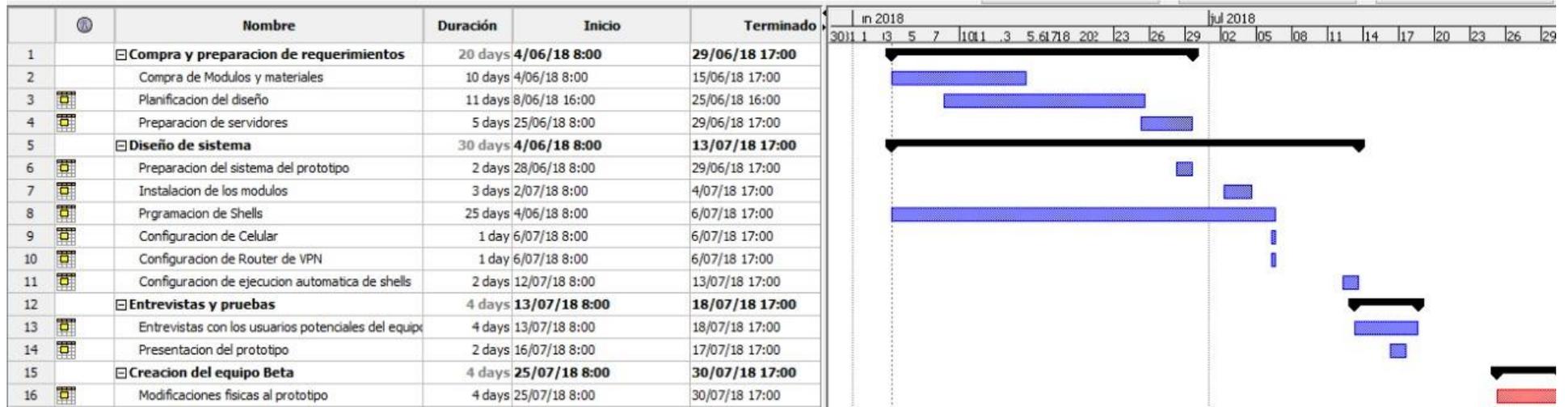
Dispositivo	Cantidad	Precio total
Raspberry pi 3 B 3	1	\$48.99
Celular Samsung Galaxy J2	1	\$100.00
Cámara Web Microsoft LifeCam h5d-00013	1	\$90.00
Modulo medidor de ritmo cardiaco	1	\$8.00
Modulo medidor de presión arterial HKB-08B	1	\$110.00
Modulo medidor de temperatura DS18B20	1	\$2.89
Jack 3.5 mm Hembra	3	\$1.50
Jack 3.5 mm Macho	3	\$1.50
		Total \$ 648.00

Ciertos equipos fueron adquiridos a proveedores locales y otros a través de páginas web de ventas en línea como por ejemplo AliExpress [18] y MercadoLibre [19]; y por medio de la empresa DHL [20] que se encargó de la logística del transporte y desaduanización de algunos dispositivos, debido a que la importación de algunos módulos tomaba mucho tiempo, y por el costo se decidió a adquirirlos en el mercado local.

### 4.2 Plan de implementación

Para la implementación de nuestro sistema, hemos realizado la planificación detallada de los tiempos estimados para la conclusión de nuestro proyecto (Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Diagrama de Gantt de la implementación



# CONCLUSIONES

Al realizar la experimentación con diferentes tipos de sensores que existen en el mercado, nos dimos cuenta de que la confiabilidad de los datos obtenidos depende de la calidad y certificaciones de los mismos.

Al contar el equipo con conectores Jack de 3.5 mm para la conectividad de los sensores, en donde cada cable cuenta con sus respectivos colores independientes, facilitando a los usuarios menos experimentados a conectar con mucha facilidad los dispositivos externos a la Raspberry pi 3 B.

Al contar con una conexión a internet mediante red móvil, no dimos cuenta de que podemos tener un mayor alcance a pacientes que viven en zonas alejadas de la ciudad sin depender de un proveedor de internet fijo.

Es importante asegurarse que los pacientes tengan activado los paquetes de datos correspondientes en el chip GSM que se les asigna, ya que en caso de no contar con esto no se podrá realizar la comunicación con el centro de salud autorizado.

# RECOMENDACIONES

Hay que tener en cuenta de que en el caso de que uno de los equipos presentara fallas, debe ser devuelto a FOMAT Medical Research S.A para ser reemplazado por otro nuevo, para evitar posibles problemas de datos aberrantes.

Se recomienda adquirir una póliza de seguro para los equipos en caso de robo o pérdida.

Se tiene conocimiento de posibles soluciones futuras y módulos adicionales que podrían implementarse a nuestro proyecto.

Entre los módulos que pudieran adicionarse tenemos:

- Medidor de potencia de respiración.
- Módulo para electrocardiograma.
- Medidor de glucosa.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] «FOMAT Medical Research S. A.,» 2012. [En línea]. Available: <https://fomatmedical.com/>. [Último acceso: 15 05 2018].
- [2] D. Kelley, «Design Thinking,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.designthinking.es/inicio/>. [Último acceso: 20 05 2018].
- [3] «Agencia Nacional de Regulacion, control y Vigilancia Sanitaria,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.controlsanitario.gob.ec/>. [Último acceso: 14 07 2018].
- [4] «Ministerio de Salud Publica,» 2013. [En línea]. Available: <https://www.salud.gob.ec/>. [Último acceso: 16 05 2018].
- [5] The Raspberry Pi Foundation, «Raspberry Pi,» [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/>. [Último acceso: 16 07 2018].
- [6] K. L. BHAWAN, «Tec,» Mayo 2014. [En línea]. Available: <http://tec.gov.in/pdf/Studypaper/High%20Speed%20Packet%20Access%20+.pdf>. [Último acceso: 25 Julio 2018].
- [7] F. P. Donate, «Bining,» 2009. [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11372/fichero/Memoria%252F03+-+GPRS.pdf>. [Último acceso: 20 Julio 2018].
- [8] IEEE 802.11, «COIT,» 2003. [En línea]. Available: <https://www.coit.es/publicac/publbit/bit138/wifi.pdf>. [Último acceso: 26 Julio 2018].
- [9] I. RAMÍREZ, «Xataka,» 20 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/seguridad/que-es-una-conexion-vpn-para-que-sirve-y-que-ventajas-tiene>. [Último acceso: 30 Julio 2018].
- [10] RNDS, «RNDS,» [En línea]. Available: [http://www.rnds.com.ar/articulos/041/RNDS\\_088W.pdf](http://www.rnds.com.ar/articulos/041/RNDS_088W.pdf). [Último acceso: 30 Julio 2018].
- [11] E. L. Pérez, «i-micro,» [En línea]. Available: <http://www.i-micro.com/pdf/articulos/usb.pdf>. [Último acceso: 30 Julio 2018].
- [12] Microsoft, «Skype,» Microsoft 2018, 2018. [En línea]. Available: <https://www.skype.com/es/business/>. [Último acceso: 10 Agosto 2018].

- [13] U.S. Food and Drug Administration, «FDA,» U.S. Food and Drug Administration, 2018. [En línea]. Available: <https://www.fda.gov/>. [Último acceso: 14 Julio 2018].
- [14] Python Software Foundation, «Python Software Foundation,» 2001-2018. [En línea]. Available: <https://www.python.org/>. [Último acceso: 16 Julio 2018].
- [15] Oracle, «Oracle Corporation and/or its affiliates,» Oracle, 2018. [En línea]. Available: <https://www.mysql.com/>. [Último acceso: 18 Julio 2018].
- [16] The Apache Software Foundation., «The Apache Software Foundation.,» 1997-2018. [En línea]. Available: <https://httpd.apache.org/>. [Último acceso: 31 Julio 2018].
- [17] E. F. Cases, «ibrugor,» 4 Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://www.ibrugor.com/blog/apache-http-server-que-es-como-funciona-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: 01 Agosto 2018].
- [18] Google, «Google imagenes,» Google, [En línea]. Available: <https://www.google.com/imghp?hl=es>. [Último acceso: 12 Julio 2018].
- [19] [www.aliexpress.com/](http://www.aliexpress.com/), «aliexpress,» [En línea]. Available: [www.aliexpress.com/](http://www.aliexpress.com/). [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [20] mercadolibre, «mercadolibre,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.mercadolibre.com.ec/>. [Último acceso: 10 Agosto 2018].
- [21] logistics dhl, «DHL,» logistics DHL, 2018. [En línea]. Available: <https://www.logistics.dhl/ec-es/home.html>. [Último acceso: 2018].

# ANEXOS

Anexo A Investigación de escritorio.....	39
Anexo B Definición de perfiles.....	40
Anexo C Lluvia de ideas.....	42
Anexo D Entrevistas a los interesados.....	43
Anexo E Mapas de empatía.....	47
Anexo F Acta de reunión.....	49
Anexo G Script del temperatura.py.....	50
Anexo H Script del medidor de presión arterial.....	51
Anexo I Script del módulo medidor de palpitations por minuto.....	52
Anexo J Script de tareas programadas.....	53

## **Anexo A Investigación de escritorio**

De la investigación de escritorio realizada se obtuvo:

# **Entorno de la empresa**

### Que es FOMAT Medical Research S.A

FOMAT Medical Research S.A es una compañía pionera en Investigación clínica.

En Latinoamérica está dirigiendo los Departamentos de Investigación Clínica para varios de los hospitales más grandes de latinoamérica entre los que se encuentra Ecuador.

En Ecuador, es reconocida como una organización administrativa de centros de investigación médica con capacidad de Gestionar Contratos Locales para la Investigación clínica.

Actualmente FOMAT Medical Research S.A se encarga de enrolar pacientes que deseen participar en un ensayo clínico tratando enfermedades específicas a través de medicación experimental debidamente controlada por el los centros de salud y siguiendo los protocolos de seguridad necesarios con monitoreo constante del paciente durante el tiempo que dure el ensayo clínico.

## **Anexo B Definición de perfiles**

### **Definición de Perfil**



Nombre: Dra. Susana Moyano

Cedula: 0920936268

Correo: smoyano@fomatmedical.com

Cargo: Coordinador Médico Senior en la compañía FORMAT MEDICAL RESEARCH

Trabajar en FOMAT Medical Research S.A es aprender cosas nuevas relacionadas con la ciencia cada día. El trabajo en equipo siempre está presente, no sólo a nivel nacional sino también internacional. Una buena manera de desarrollar habilidades de comunicación es mi trabajo como coordinador médico. Y lo más importante es que sé que estoy trabajando para la enriquecer el futuro de la gente.

### **DEFINICIÓN DE PERFIL**



Nombre: Dra. Doménica Donoso

Cedula: 0919176735

Correo: ddonoso@fomatmedical.com

Cargo: Coordinador Médico en la compañía FORMAT MEDICAL RESEARCH

Tiempo laborando en la empresa: 2 años

## DEFINICIÓN DE PERFIL



Nombre: Dr. Nicholas Focil

Cedula:

Correo: [nfocil@fomatmedical.com](mailto:nfocil@fomatmedical.com)

Cargo: Director General en la compañía FORMAT MEDICAL RESEARCH

Tiempo laborando en la empresa: Fundador de la FOMAT Medical Research S.

## Anexo C Lluvia de ideas

Lluvia de ideas que se realizaron para la elaboración de los cuestionarios, que se utilizaron para las entrevistas realizadas a los interesados.

¿Qué?	¿Cómo?	Por qué?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué especialidad médica tiene?</li> <li>• ¿En qué lugar suelen realizar las visitas médicas?</li> <li>• ¿Qué dificultad presenta normalmente para concretar una visita?</li> <li>• ¿Que tiempo en promedio suelen durar las visitas médicas?</li> <li>• ¿Que problema se le presenta al enrolar pacientes?</li> <li>• ¿Qué costos adicionales tiene al realizar una cita médica?</li> <li>• ¿Que numero aproximado de pacientes cancelan las citas?</li> <li>• ¿Que tan lejos queda el sitio de la visita media?</li> <li>• ¿Que procedimiento realizan para realizar una visita de ensayo clínico?</li> <li>• ¿Que excusa ponen los pacientes para no asistir a las visitas de ensayos clínicas?</li> <li>• ¿Que dificultades tienen los pacientes para poder llegar a tiempo a sus citas?</li> <li>• ¿Que piensan los pacientes cuando les hablan de ensayos clínicos?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Como llega al lugar de la cita con el paciente?</li> <li>• ¿Como es el lugar de la cita médica?</li> <li>• ¿Cómo se desarrolla la cita con el paciente?</li> <li>• ¿Como enrolan un paciente?</li> <li>• ¿Cómo recopilan los datos del paciente?</li> <li>• ¿Como es el procedimiento de una visita de ensayo clínico?</li> <li>• ¿Cómo contactan con el paciente en caso de cancelar una visita?</li> <li>• ¿Cómo toma el paciente tener que asistir periódicamente a una visita clínica?</li> <li>• ¿Cómo toman los signos vitales de los pacientes?</li> <li>• ¿Cómo realizan la digitalización de los datos recopilados?</li> <li>• ¿Como saben cuando un paciente debe salir del estudio?</li> <li>• ¿Como es el procedimiento cuando un paciente se da de baja?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Porque los pacientes dejan de asistir a sus citas?</li> <li>• ¿Porque deben realizar las citas de maneras presencial?</li> <li>• ¿Porque cree usted que los pacientes abandonen el programa?</li> <li>• ¿Porque se realizan visitas de manera constante?</li> <li>• ¿Porque deben seguir un protocolo de bioseguridad?</li> <li>• ¿Porque deben tomar signos vitales antes de continuar con la cita?</li> <li>• ¿Porque las citas no se realizan por llamada?</li> <li>• ¿Porque es importante que las citas sean el día que se fijó?</li> <li>• ¿Porque las visitas deben supervisadas por un coordinador?</li> </ul>

# Anexo D Entrevistas a los interesados

## Anexo D.1 Entrevista a Doménica Donoso

### Entrevista

Nombre: Doménica Donoso

CI:

Cargo: coordinadora de ensayos clínicos

Tiempo laborando en FOMAT:

Ciudad: Quito

1. ¿Qué especialidad médica tiene?  
Odontóloga con mosterado en salud pública
  
2. ¿En qué lugar suelen realizar las visitas médicas?  
Quito (hospital Eugenio espejo) universidad san francisco de quito u hospital metropolitano
  
3. ¿En qué consiste una visita médica?  
Depende del protocolo, (exámenes de laboratorio) para verificar si es apto para el ensayo (simple examen físico -chequear áreas del sistema respetaros cardio signos vitales) complementa con exámenes del laboratorio
  
4. ¿Qué costos adicionales tiene al realizar una cita médica?  
Se incluyen en el costo general se lo paga como honorarios médicos.
  
5. ¿Qué tiempo en promedio suelen durar las visitas médicas?  
Depende de una a dos horas (presencial)  
Depende del protocolo por ejemplo conjuntivitis se puede realizar mediante vía remota (si existia equipos para signos vitales se pudiera realizar vía remota)  
  
Puede ser de varias maneras (tiene bases de datos la saca al paciente dependiendo del criterio)
6. ¿Qué número aproximado de pacientes cancelan las citas?  
Usualmente llegan tarde (hospitales públicos) en hospitales privados casi no cancelan y son puntuales  
Cancelan los estudiantes por cuestiones de tiempo, fuera de ciudades suelen ser muy comprometidos (salir del estudio) al cambiarse de ciudad desaten del estudio  
  
Toca hacer una visita final asegurándose las condiciones del paciente en la que se termina el estudio
  
7. ¿Qué acciones toman para evitar que un paciente se retire de un estudio?  
(usa e india pagan al ensayo por paciente)  
Aquí hospedaje, viaje alimentación y movilización
8. ¿Qué alternativas tienen para pacientes que viven en zonas alejadas?  
Abrir oficina siempre y cuando sea viable si la población es apta para el estudio
  
9. ¿Porque deben seguir un protocolo de bioseguridad?  
Siempre se usan protocolos de bioseguridad y depende el protocolo si es alguna enfermedad contagiosa se debe usar más bioseguridades

## Anexo D.2 Entrevista a Susana Moyano

### Entrevista

Nombre: Susana Patricia Moyano Antepasa

CI: 0920436268

Cargo: Coordinadora médica Senior

Tiempo laborando en FOMAT:

- ¿Qué especialidad médica tiene?

- General
- Maestría VIH
- Prevención de riesgo (curables)

- ¿En qué lugar suelen realizar las visitas médicas?

- Centro de Investigación (Según Protocolo) (ARSA)

"Centro Satélite"

- ¿Qué dificultad presenta normalmente para concretar una visita?

- No contesta, Cambio de número (Paciente)
- Búsquedas en redes sociales

- ¿Qué tiempo en promedio suelen durar las visitas médicas?

- entre 2 a 3 horas pacientes (Dependiente del consentimiento informado)

- ¿Qué problema se le presenta al enrolar pacientes?

- Por lo general (Dudas, "eventos adversos", (muestran en el peor de los casos, Dudas del paciente); Control de calidad;

- ¿Qué costos adicionales tiene al realizar una cita médica?

- No suelen ocurrir; Al paciente se le suele cubrir gastos básicos de transporte

- ¿Qué número aproximado de pacientes cancelan las citas?

- Suelen cancelar; Muy poco probable q se retiren del programa
- 10 pax con 2 cancelan;

- ¿Qué tan lejos queda el sitio de la visita médica?

- "Depende del protocolo, "lugares aprobados", del paciente 10 min, casa 40 " hrs.

Según la distancia no es problema para el paciente

- ¿Cómo recopilan los datos del paciente?

"De manera física la recolección de los datos. "Segun protocolo" en una historia clínica. Software online (CRF)

- ¿Cómo es el procedimiento de una visita de ensayo clínico?

Por lo general, Preguntas estado del paciente; síntomas adversos.

Segun Protocolo; "recolección de muestras", (Historia clínica del Paciente)

- ¿Cómo contactan con el paciente en caso de cancelar una visita? (Sección de eventos adversos).

Agotar recursos para contactos; Contactarse con algún ~~paciente~~ familiar del paciente. o por redes de Sociales. (Dirección) = Carta Certificada. Período de Seguimiento

- ¿Cómo toma el paciente tener que asistir periódicamente a una visita clínica?

la mayoría, se siente protegida al seguir un estudio o seguimiento ocurre principalmente (amás de eso, Adulto mayor) los q' trabajar es más complicado.

- ¿Cómo toman los signos vitales de los pacientes?

en ensayos clínicos "equipos calibrados"; tensiometro. o nueva...

- ¿Cómo realizan la digitalización de los datos recopilados?

- ¿Como saben cuándo un paciente debe salir del estudio?

\* Presentos algún evento adverso. (ejemplo siente picor en la boca); se puede suspender el estudio. Si dura 10 semanas y se realiza visita final.

- ¿Como es el procedimiento cuando un paciente se da de baja?

\* Deserción Inv. Principal de un paciente: Inv. notifica al patrocinador estado del paciente (cambios el tratamiento) Inmediata: Shock analéptico; Retiro del estudio.

- ¿Porque los pacientes dejan de asistir a sus citas?

(Reporte Agendas Regulatorias)

Visita de Seguimiento → Verificar Salud del Paciente

Reportes Inv. Principal  
"Diario del paciente"

- ¿Que procedimiento realizan para realizar una visita de ensayo clínico?

- ¿Que excusa ponen los pacientes para no asistir a las visitas de ensayos clínicos?

\* Por lo general todas son diferentes nunca se repiten (Señalando situaciones extremas)

- ¿Que dificultades tienen los pacientes para poder llegar a tiempo a sus citas?

\* Transmisión; Situación externa.

- ¿Que piensan los pacientes cuando les hablan de ensayos clínicos?

\* Conceptos de laboratorio, se explica a los pacientes.

- ¿Como llega al lugar de la cita con el paciente?

- ¿Como es el lugar de la cita médica?

↳ Lugar: Siempre centros de salud. "Privacidad"  
equipos para el desarrollo de la visita; "Combinan su a. con el paciente."

- ¿Cómo se desarrolla la cita con el paciente?

- ¿Como enrolan un paciente?

Identificación del paciente; a través de un software;

base de datos del patrocinador. "Centros a nivel mundial"

\* SUV Principal suele decidir (Mediante el monitor médico).

base de datos (mediante repartos por correo).

## Anexo E Mapas de empatía

Mapas de empatía elaborados de las entrevistas con los interesados.

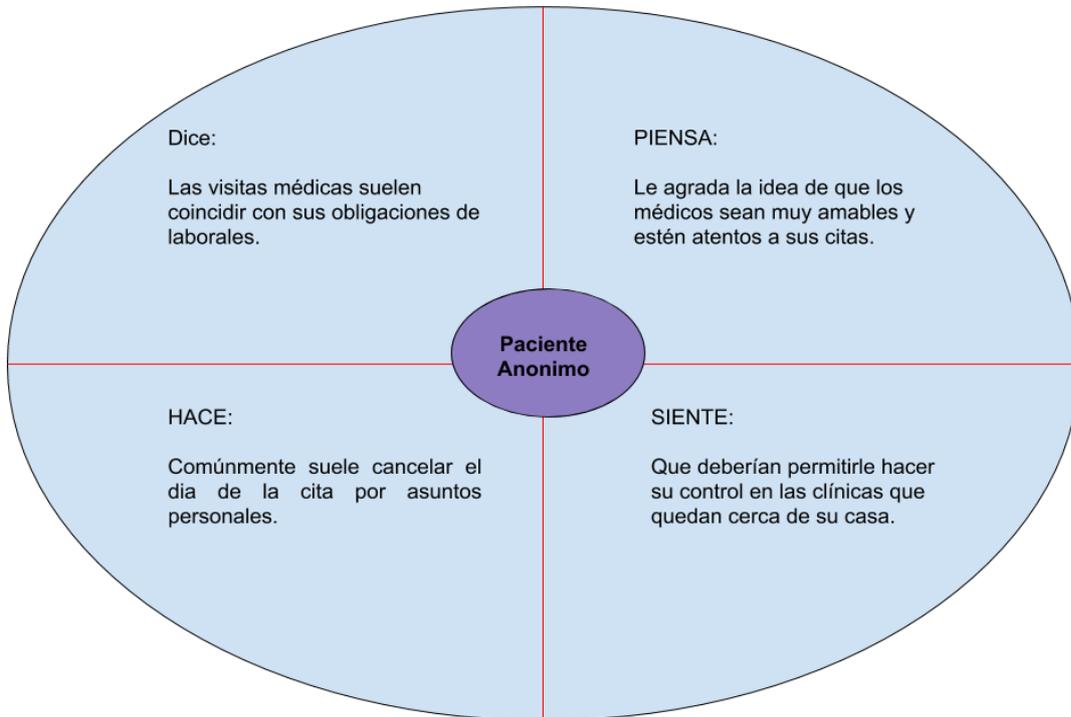


Figura 1 mapa de empatía realizado paciente anónimo

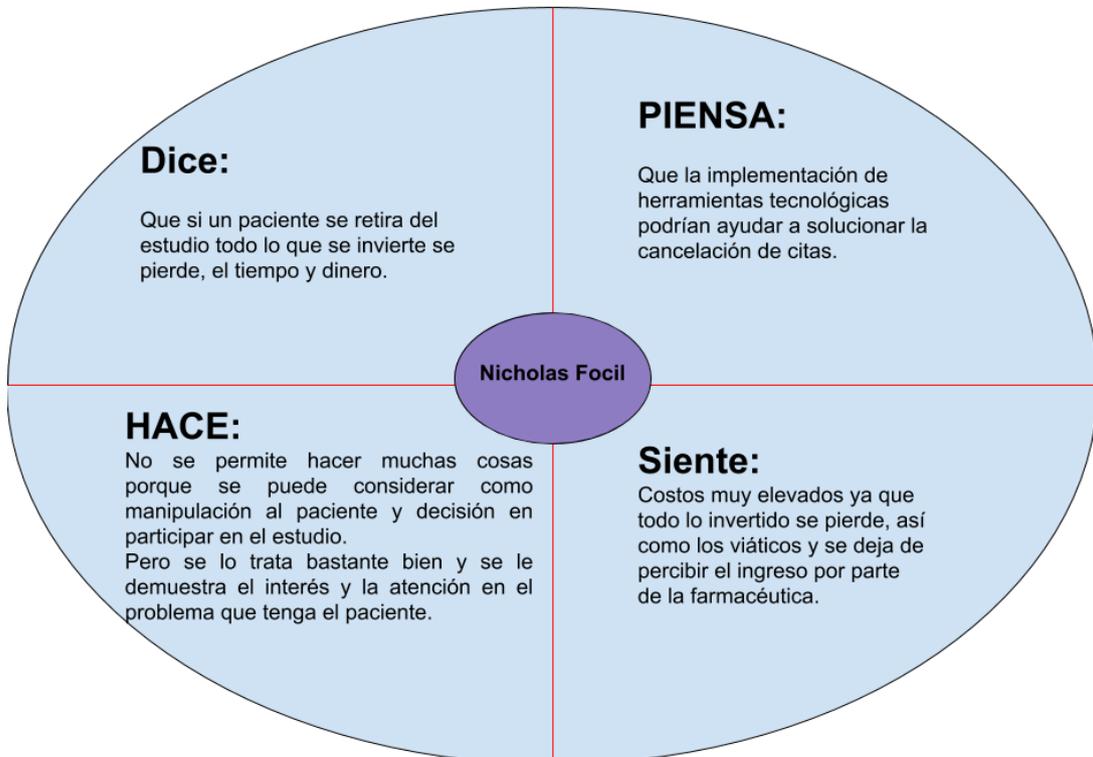
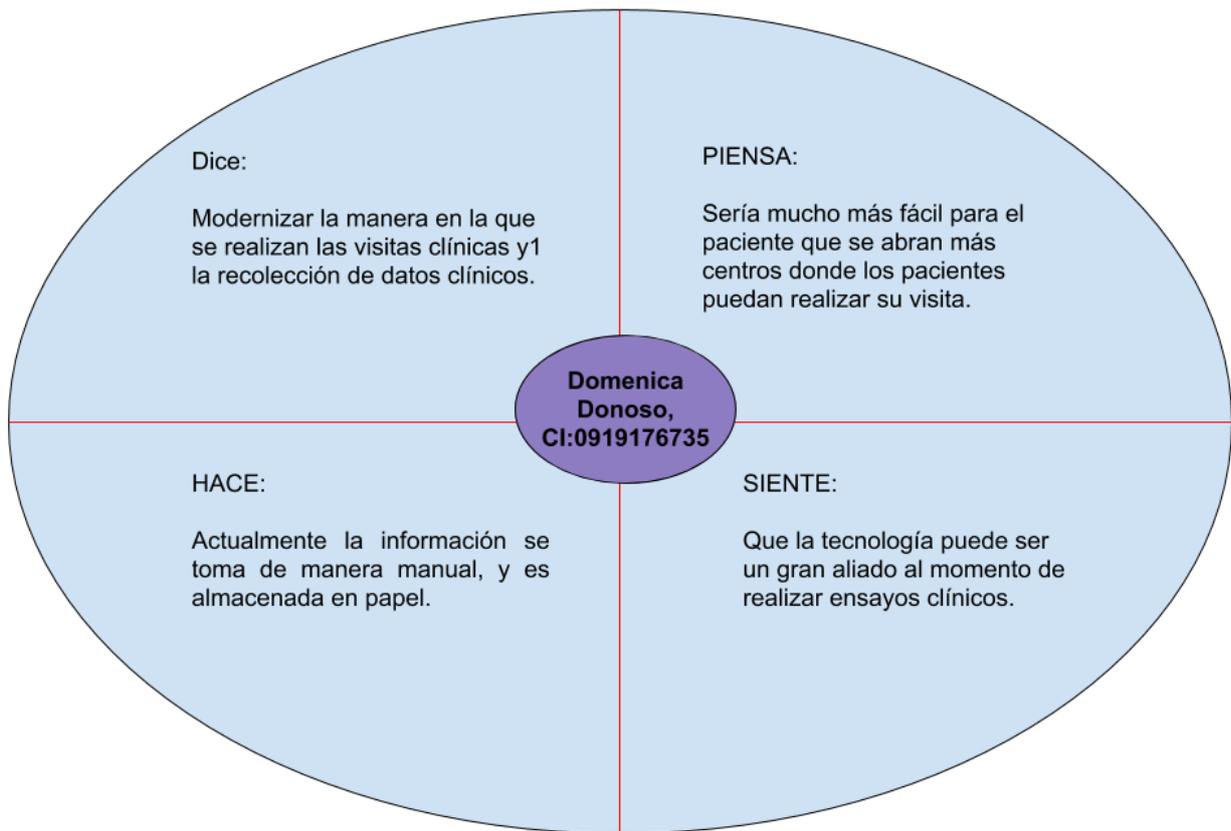
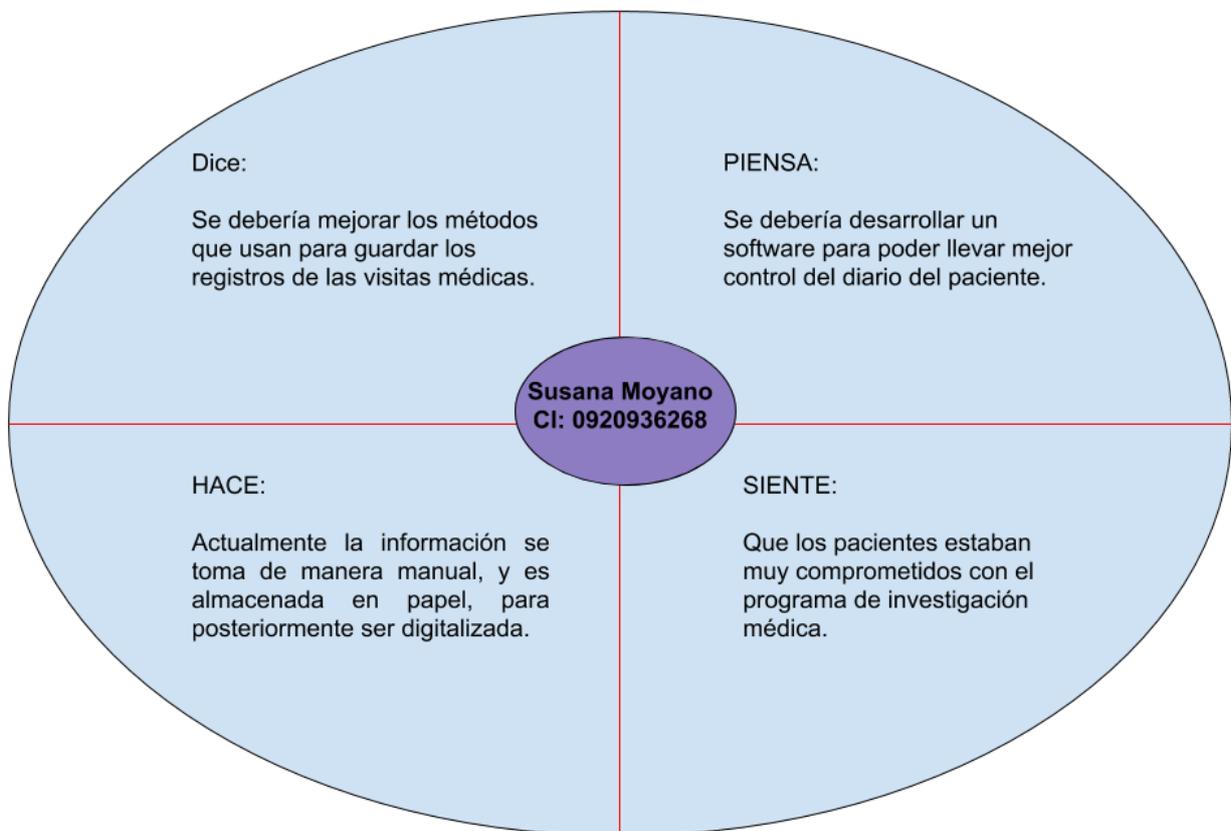


Figura 2 mapa de empatía realizado a Nicholas Focil



**3 mapa de empatía realizado a Doménica Donoso**



**4 mapa de empatía realizado a Susana Moyano**

## Anexo F Acta de reunión

Documento que certifica la prueba que se realizó con el fin de presentar las alternativas de solución a la compañía.

Guayaquil, 23 de julio del 2018

### Actas de la reunión

#### Presentación de proyecto integrador

Se ha celebrado una reunión de presentación de alternativas de solución, para solucionar problemas de cancelación de citas médicas a través de herramientas tecnológicas.

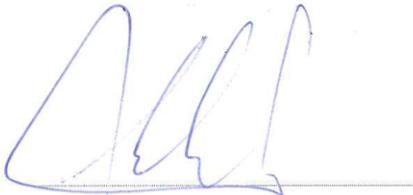
#### Asistentes

Nicholas Focil

Roberto Matamoros

#### Aprobación de las actas

El día de hoy se aprobó crear la solución de crear un sistema para monitorear en tiempo real los signos vitales de pacientes mientras se realiza una video conferencia.



Nicholas Focil



Roberto Matamoros

## Anexo G Script del temperatura.py

Programa que se utilizó para la toma de temperatura.

```
#!/usr/bin/env python
import os
import time
import datetime
import glob
import MySQLdb
from time import strftime

#se procedio a importar las librerias

os.system('modprobe w1-gpio')
os.system('modprobe w1-therm')
temp_sensor = '/sys/bus/w1/devices/28-0516a1029fff/w1_slave'

# se ponen los ajustes del servidor de MySQL donde se quiere conectar la
base de datos del proyecto
db = MySQLdb.connect(host="hostfomat.com",
user="root",passwd="clavedejemplo", db="tesis")
cur = db.cursor()

def tempRead():
    t = open(temp_sensor, 'r')
    lines = t.readlines()
    t.close()

    temp_output = lines[1].find('t=')
    if temp_output != -1:
        temp_string = lines[1].strip()[temp_output+2:]
        temp_c = float(temp_string)/1000.0      #se procedio a dividir la
temperatura obtenida ya que solo deseamos el numero entero junto con dos
decimales
        return round(temp_c,1)

while True:
    temp = tempRead()
    print temp
    datetimeWrite = (time.strftime("%Y-%m-%d ") +
time.strftime("%H:%M:%S"))
    print datetimeWrite
    sql = ("INSERT INTO temperatura (datetime,temperatura,equipoid)
VALUES (%s,%s)",(datetimeWrite,temp),1) #se hace un insert en la tabla
temperatura con la fecha actual de los datos.
    try:
        cur.execute(*sql)
        # Se ejecuta el comando a la base de datos.
        db.commit()

    except:
        # Se hace un rollback en caso de que algo falle
        db.rollback()

    cur.close()
    db.close()
    break
```

## Anexo H Script del medidor de presión arterial

Programa que se utilizó para la toma de presión arterial.

```
import serial
import time
import MySQLdb as mdb
#se importaron los modulos que se usaran.

arduino = serial.Serial('/dev/ttyUSB0', baudrate=9600) #se usara la ruta
del TTY que se esta utlizando en este caso.ttyUSB0.

data = arduino.readline() #
time.sleep(1)
data = arduino.readline()
pieces = data.split("\t") #split the data by the tab

sensor1 = pieces[0]

con = mdb.connect('hostfomat.com', 'username', 'password', 'tesis');

with con:

    cursor = con.cursor()
    cursor.execute("INSERT INTO equipotensiometro` (equipoid`, mmHg,
datetime) VALUES (%s,%s,%s,%s,%s)", (1,sensor1,now())
    con.commit() #commit the insert
    cursor.close()
```

# Anexo I Script del módulo medidor de palpitations por minuto

Programa que se utilizó para la toma de las palpitations por minuto,

```
from pulsesensor import Pulsesensor
import time
import os
import datetime
import glob
import MySQLdb
#se importaron las librerias

p = Pulsesensor()
p.startAsyncBPM()

try:
    while True:
        bpm = p.BPM
        if bpm > 0: #si las palpitations detectadas son mayores que 0
            ejecutara la funcion de mysql y grabara las palpitations en la base de
            datos.

# Variables for MySQL
db = MySQLdb.connect(host="hostformat.com",
user="root",passwd="claveserver", db="tesis")
cur = db.cursor()

sql = ("""INSERT INTO equipoppm (fecha,ppm,idequipo) VALUES
(%s,%s,%s)""", (datetimeWrite,%),1)3
    try:
        print "Writing to database..."
        # Execute the SQL command
        cur.execute(*sql)
        # Commit your changes in the database
        db.commit()
        print "Write Complete"

    except:
        # Rollback in case there is any error
        db.rollback()
        print "Failed writing to database"

    cur.close()
    db.close()
    break
    else:
        print("ningun latido detectado")
        time.sleep(1)

except:
    p.stopAsyncBPM()
```

## Anexo J Script de tareas programadas

Líneas de comando empleadas para las tareas programadas, que se utilizaron para la toma de signos vitales.

```
*/2 * * * * streamer -f jpeg -o "/home/pi/imagenes/$(date
+ "%Y_%m_%d_%I_%M_%p").jpeg"
```

```
*/2 * * * * mysql --user=[username] --password=[password] --database=tesis
--execute="INSERT INTO imagenpaciente VALUES
SET image = LOAD_FILE('/home/pi/imagenes/*.jpg'), datetime=now(),
idequipo=001"
```

```
* * * * * streamer -f jpeg -o "/home/pi/imagenes/$(date
+ "%Y_%m_%d_%I_%M_%p").jpeg"
```

```
* * * * * mysql --user=[username] --password=[password] --database=tesis -
--execute="INSERT INTO imagenpaciente VALUES
SET image = LOAD_FILE('/home/pi/imagenes/*.jpg'), datetime=now(),
idequipo=001"
```

```
* * * * * ./temperatura.py
```

```
* * * * * ./tensiometro.py
```

```
* * * * * ./ppm.py
```