



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA  
COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TEMA:**

**“USO DEL E-HEALTH COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN  
ORIENTADA A LA ADMINISTRACIÓN Y ASIGNACIÓN DE TURNOS  
BASADA EN LA UTILIZACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB  
PROGRESIVA PARA LOS PACIENTES DE UN CENTRO DE SALUD,  
APLICADO A UN CASO DE ESTUDIO”**

**AUTOR: RIVERA MONCAYO, JOEL ADRIAN**

**DIRECTOR: ING. TAPIA LEÓN, FREDDY MAURICIO MSc.**

**SANGOLQUÍ**

**2020**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “USO DEL E-HEALTH COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN ORIENTADA A LA ADMINISTRACIÓN Y ASIGNACIÓN DE TURNOS BASADA EN LA UTILIZACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PROGRESIVA PARA LOS PACIENTES DE UN CENTRO DE SALUD, APLICADO A UN CASO DE ESTUDIO” fue realizado por el señor RIVERA MONCAYO, JOEL ADRIAN el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido, por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 09 de enero de 2020

Ing. Freddy Mauricio Tapia León, Msc.  
C.C 1714745690



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **RIVERA MONCAYO, JOEL ADRIAN**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación **"USO DEL E-HEALTH COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN ORIENTADA A LA ADMINISTRACIÓN Y ASIGNACIÓN DE TURNOS BASADA EN LA UTILIZACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PROGRESIVA PARA LOS PACIENTES DE UN CENTRO DE SALUD, APLICADO A UN CASO DE ESTUDIO"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 15 de enero de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Joel Adrian Rivera Moncayo', is positioned above the printed name.

Joel Adrian Rivera Moncayo

C.C. 1751577519

---



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **RIVERA MONCAYO, JOEL ADRIAN** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación **“USO DEL E-HEALTH COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN ORIENTADA A LA ADMINISTRACIÓN Y ASIGNACIÓN DE TURNOS BASADA EN LA UTILIZACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PROGRESIVA PARA LOS PACIENTES DE UN CENTRO DE SALUD, APLICADO A UN CASO DE ESTUDIO”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 15 de enero de 2020



Joel Adrian Rivera Moncayo

C.C. 1751577519

---

## DEDICATORIA

*A mi madre Sylvia Moncayo, por siempre estar a mi lado durante todo este tiempo. Gracias a su cariño, consejos, enseñanzas y apoyo incondicional que fueron mi motor para seguir adelante.*

*A mi padre Fernando Rivera, por su cariño, consejos y enseñanzas que me ayudaron a superar los difíciles obstáculos y no rendirme.*

*A mi hermano Alejandro Villamarín, que ha estado conmigo en todo momento y me ha brindado su apoyo para poder culminar esta etapa de mi vida.*

## AGRADECIMIENTO

*A mis padres, por ser el pilar más importante en mi vida y apoyarme en todas las decisiones que he tomado a largo de esta etapa, así como por brindarme el consejo necesario para soportar los obstáculos que se han presentado y ser un ejemplo de superación.*

*A mi hermano, por su tolerancia, impulso y apoyo incondicional, los cuales fueron fundamentales para el cumplimiento y culminación de esta larga travesía.*

*A mis grandes amigos Brian Apolo y Diego Terán, con quienes hemos superado esta etapa universitaria esperando poder cristalizar los proyectos que se presente por delante.*

*Al Ingeniero Freddy Tapia, por su amistad, consejos y confianza para la cristalización de los distintos proyectos realizados, los cuales me han permitido llegar a esta importante etapa de mi vida.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICADO DEL DIRECTOR .....</b>	<b>II</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>III</b>
<b>AUTORIZACIÓN .....</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XVI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XVII</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3 Justificación .....	3
1.4 objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos .....	4
1.5 alcance .....	5
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
2.1 marco TEÓRICO .....	8
2.1.1 E-Health .....	8
Características básicas del e-Health.....	8
m-Health.....	10
2.1.2 Ausentismo .....	11

2.1.3	COMPUTACIÓN en la nube (Cloud Computing).....	12
2.1.4	Aplicaciones Híbridas .....	14
	Tipos de aplicaciones híbridas.....	14
2.1.5	APlicaciones web progresivas o Progressive Web Apps - PWA.....	15
	Service Workers .....	17
	Ciclo de vida de un Service Worker .....	18
2.1.6	ionic framework .....	18
2.1.7	Cobit 5.....	19
2.2	METODOLOGÍAs .....	20
2.2.1	METODOLOGÍA de INVESTIGACIÓN .....	20
	Investigación Experimental .....	20
	Investigación Descriptiva .....	21
2.2.2	METODOLOGÍA de desarrollo .....	22
	Mobile-D .....	22
	Ciclo de vida de Mobile-D .....	23
	<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>25</b>
	<b>ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>25</b>
3.1	Planteamiento de la REVISIÓN de la literatura .....	26
3.2	Creación del grupo de control y obtención de palabras claves .....	26
3.3	CONSTRUCCIÓN y AFINACIÓN de la cadena de BÚSQUEDA.....	28
3.4	selección de estudios.....	28
3.5	ELABORACIÓN DEL ESTADO DEL ARTE .....	29
3.6	CARACTERÍSTICAS del estado del arte .....	33
	<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>34</b>
	<b>SITUACIÓN TECNOLÓGICA ACTUAL Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1	Estado actual y futuro del centro de salud .....	34
4.1.1	Información de consultorios.....	35
4.1.2	Movilidad y Accesibilidad .....	37



4.1.3 e-Health actual .....	38
4.1.4 e-Health futuro .....	39
4.2 Infraestructura TECNOLÓGICA.....	40
4.2.1. catalizador de cobit 5 .....	40
Dimensión 1: Partes interesadas .....	41
Dimensión 2: Metas.....	41
Dimensión 3: Ciclo de vida .....	42
Dimensión 4: Buenas prácticas.....	42
4.2.2. Adecuada infraestructura TECNOLÓGICA .....	43
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>46</b>
<b>DISEÑO Y DESARROLLO DEL APLICATIVO.....</b>	<b>46</b>
5.1. Fase de exploración.....	46
5.1.1. Requisitos funcionales del aplicativo .....	47
5.1.2. Diagrama de casos de uso .....	55
5.1.3. Diagrama de arquitectura .....	56
5.1.4. Modelo conceptual de la base de datos .....	57
5.2. Fase de INICIACIÓN .....	59
5.2.1. Servidor de base de datos .....	60
5.2.2. Servidor API REST .....	61
5.2.3. Aplicativo Móvil .....	62
5.3. Fase de producción.....	63
5.3.1. Desarrollo del servidor API REST .....	63
5.3.2. Desarrollo de la aplicación web progresiva.....	65
5.3.3. Desarrollo de la aplicación de carga de documentos Excel.....	67
5.4. fase de ESTABILIZACIÓN.....	69
5.4.1. Integración del Cliente con el API REST .....	70
5.5. fase de pruebas .....	70
5.5.1. Pantalla inicial de activación de citas medicas .....	71

5.5.2. Pantalla de escaneo de identificación .....	71
5.5.3. Pantalla de citas médicas disponibles .....	72
5.5.4. Pantalla de información de dependencia y cita médica .....	73
5.5.5. Pantalla de secciones .....	74
5.5.6. Pantalla de dependencias .....	75
5.5.7. Pantalla de información de dependencia .....	76
5.5.8. Pantalla de mapas .....	76
5.5.9. Carga de citas médicas desde archivo Excel .....	77
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>78</b>
<b>PRUEBAS Y RESULTADOS.....</b>	<b>78</b>
6.1. Factores de ANÁLISIS .....	78
6.1.1. Personal del centro de salud .....	79
Franja horaria con mayor afluencia de pacientes.....	79
Cantidad de pacientes en la franja horaria de mayor afluencia.....	79
Tiempo de atención a pacientes en la franja horaria con mayor afluencia .....	80
¿Es necesario la implementación de un sistema de administración y gestión de turnos? .....	80
6.1.2. Pacientes del centro de salud.....	81
Edades de pacientes entrevistados .....	82
Tiempos de espera para activación de turnos .....	82
¿Adecuada información proporcionada por el centro de salud? .....	83
¿Es necesario la implementación de un sistema de administración y gestión de turnos? .....	83
6.2. RECOLECCIÓN y VALIDACIÓN de tiempos .....	85
6.2.1. Horario de la mañana .....	86
6.2.2. Horario de la tarde.....	87
6.2.3. Horario de la noche .....	88
6.3. MEDICIÓN de niveles de SATISFACCIÓN .....	89
6.3.1. Personal del centro de salud .....	89
¿Existen mejoras en el proceso de administración y gestión de turnos?.....	89

¿Ha disminuido la cantidad de pacientes que solicitan información diariamente? .....	90
¿Es necesaria una interacción interpersonal para entregar información al paciente? .....	90
Nivel de satisfacción del aplicativo .....	91
6.3.2. Pacientes del centro de salud .....	92
¿Ha disminuido el tiempo promedio que tarda en activar su cita médica? .....	92
¿Requiere ahora de ayuda externa para la activación de su cita médica? .....	92
Nivel de satisfacción del aplicativo .....	93
6.4. ÍNDICE de ausentismo .....	93
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>95</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>95</b>
7.1. Conclusiones .....	95
7.2. recomendaciones .....	96
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>98</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Preguntas de investigación.....	6
Tabla 2. Variables de investigación .....	21
Tabla 3. Grupo de control .....	27
Tabla 4. Estudios principales .....	29
Tabla 5. Infraestructura tecnológica.....	45
Tabla 6. Requisito funcional 1 .....	47
Tabla 7. Requisito funcional 2 .....	48
Tabla 8. Requisito funcional 3 .....	49
Tabla 9. Requisito funcional 4 .....	50
Tabla 10. Requisito funcional 5 .....	51
Tabla 11. Requisito funcional 6 .....	53
Tabla 12. Requisito funcional 7 .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de ausentismo en Ecuador .....	12
Figura 2. Arquitectura de un Service Worker .....	17
Figura 3. Ciclo de vida de un Service Worker .....	18
Figura 4. Ciclo de vida de Mobile-D .....	23
Figura 5. Método de elaboración del estado del arte .....	25
Figura 6. Flujo de pacientes CISA .....	34
Figura 7. Personal encargado de la entrega de turnos (Puerta principal).....	36
Figura 8. Punto de atención para pacientes.....	36
Figura 9. Señalética del CISA.....	37
Figura 10. Aplicativo de movilidad CISA .....	38
Figura 11. Dimensiones del catalizador Servicios, Infraestructura y Aplicaciones.....	40
Figura 12. Diagrama de infraestructura propuesto.....	45
Figura 13. Diagrama de casos de uso del aplicativo .....	55
Figura 14. Diagrama de arquitectura.....	56
Figura 15. Modelo conceptual de la base de datos del aplicativo .....	58
Figura 16. Panel de administración SQL de Google Cloud Platform.....	60
Figura 17. Panel de control App Services de Microsoft Azure.....	61
Figura 18. Modelo de implementación de Dependencia.....	64
Figura 19. Archivo index.js del proyecto en NodeJS .....	64
Figura 20. Código de diseño de pestañas .....	65
Figura 21. Código para escaneo de identificación del paciente .....	66
Figura 22. Código de diseño de la pantalla citas médicas .....	66
Figura 23. Código de diseño de pantalla de información de cita médica .....	67

Figura 24. Modelo de implementación en Java de Usuario .....	68
Figura 25. Controlador JPA de Usuario .....	69
Figura 26. Lectura de archivos excel .....	69
Figura 27. Conexión hacia los servicios REST de tipo Get para citas.....	70
Figura 28. Pantalla inicial de activación de citas médicas .....	71
Figura 29. Pantalla de escaneo de identificación .....	72
Figura 30. Pantalla de citas médicas disponibles .....	73
Figura 31. Pantalla de información de dependencia y cita médica .....	74
Figura 32. Pantalla de secciones y código QR.....	75
Figura 33. Pantalla de dependencias .....	75
Figura 34. Pantalla información de dependencia .....	76
Figura 35. Pantalla de mapas .....	77
Figura 36. Carga de archivo Excel.....	77
Figura 37. Resultados pregunta 1 anexo 1 .....	79
Figura 38. Resultados pregunta 2 anexo 1 .....	79
Figura 39. Resultados pregunta 3 anexo 1 .....	80
Figura 40. Resultados pregunta 3 anexo 1 .....	80
Figura 41. Resultados pregunta 1 anexo 2 .....	82
Figura 42. Resultados pregunta 2 anexo 2 .....	82
Figura 43. Resultados pregunta 3 anexo 2 .....	83
Figura 44. Resultados pregunta 4 anexo 2 .....	83
Figura 45. Promedio de pacientes del mes de Agosto .....	84
Figura 46. Resultados de tiempos en el horario de la mañana sin aplicativo.....	86
Figura 47. Resultados de tiempos en el horario de la mañana con aplicativo .....	86

Figura 48. Resultados de tiempos en el horario de la tarde sin aplicativo .....	87
Figura 49. Resultados de tiempos horario de la tarde con aplicativo.....	87
Figura 50. Resultados de tiempos horario de la noche sin aplicativo .....	88
Figura 51. Resultados de tiempos horario de la noche con aplicativo .....	89
Figura 52. Resultados pregunta 1 anexo 3 .....	89
Figura 53. Resultados pregunta 2 anexo 3 .....	90
Figura 54. Resultados pregunta 3 anexo 3 .....	90
Figura 55. Resultados pregunta 4 anexo 3 .....	91
Figura 56. Resultados pregunta 2 anexo 4 .....	92
Figura 57. Resultados pregunta 3 anexo 4 .....	92
Figura 58. Resultados pregunta 5 anexo 4 .....	93
Figura 59. Índice de ausentismo del centro de salud Mayo 2019 – Octubre 2019 .....	94

## RESUMEN

En Ecuador en los últimos años ha existido una fuerte inversión en el campo de la salud, debido al incremento de pacientes y especialidades médicas, junto con un déficit en cuanto al manejo y distribución de la información, producto de la falta de capacitación al personal o la poca optimización y control de los recursos tecnológicos con los que cuentan, llegando a generar problemas en la administración y asignación de turnos para citas médicas, creando así una demanda insatisfecha de pacientes, siendo los tiempos de espera y de asignación el principal problema. Debido a esto, los sistemas de salud cada vez requieren más procesos innovadores los cuales aporten y contribuyan a una mejor prestación de servicios, siendo los pacientes y todo el personal de los centros de salud sus beneficiarios directos e indirectos respectivamente, ya que estos dos pilares son elementales para lograr un sistema de salud ágil y eficiente. Para lo cual se hace necesario contar con un servicio centralizado, el cual permita tener acceso a la información cada vez más amigable y rápida. Bajo estos escenarios las TIC's surgen como el medio por el cual se puede realizar los aspectos descritos anteriormente y por ende el presente trabajo de investigación tiene una finalidad, la cual es diseñar una aplicación de tipo "Progressive Web App" (Aplicación Web Progresiva), para dispositivos móviles la cual brinde facilidades de acceso y usabilidad a los pacientes.

- **PALABRAS CLAVE:**
- **AUSENTISMO**
- **E-HEALTH**
- **CITAS MÉDICAS**
- **PROGRESSIVE WEB APPS**
- **CLOUD COMPUTING**



## **ABSTRACT**

In Ecuador in recent years there has been a strong investment in the health field, due to the increase in patients and medical specialties, together with a deficit in the handling and distribution of information, due to the lack of training of personnel or the little optimization and control of the technological resources they have, reaching to generate problems in the administration and allocation of shifts for medical appointments, thus creating an unsatisfied demand of patients, being the waiting times and allocation the main problem. Due to this, health systems increasingly require more innovative processes which contribute to and contribute to a better provision of services, patients and all health center staff being their direct and indirect beneficiaries respectively, due to these two pillars are elementary to achieve an agile and efficient health system. For which it is necessary to have a centralized service, which allows access to the information more and more friendly and fast. Under these scenarios, ICTs arise as the means by which the aspects described above can be performed and therefore this research work has a purpose, which is to design a "Progressive Web Application" for mobile devices which provides easy access and usability to patients.

### **KEYWORDS:**

- **ABSENTEEISM**
- **E-HEALTH**
- **MEDICAL APPOINTMENT**
- **PROGRESSIVE WEB APPS**
- **CLOUD COMPUTING**

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

En los últimos años el sistema nacional de salud ha pasado por una etapa de desarrollo y crecimiento debido al aumento en la inversión destinada a este sector, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) Ecuador está entre los países que invierte del 4% al 6% del Producto Interno Bruto (PIB) en salud. Según destaca el informe quinquenal Salud en las Américas 2017, presentado por dicha organización durante una conferencia en Washington, sólo cinco países de la región de las Américas invierten en salud un seis por ciento de su PIB. (Redacción Médica, 2017)

Con la inversión realizada se ha logrado remodelar y construir hospitales en el país, los cuales actualmente cuentan con áreas más extensas, así como también la inversión en tecnología es muy evidenciable, todos estos escenarios coadyuvan a contar con mejores servicios médicos, de lo cual se ha registrado un total de 13'065203 consultas realizadas en el año 2016. (Ecuador en cifras, 2018)

Dado que los servicios y las áreas de salud se han incrementado y en muchos de los casos los procesos tradicionales de citas medicas han sido replanteados y redefinidos, todo esto con el objetivo de atender la demanda de servicio existente, lamentablemente los usuarios no tienen conocimiento sobre el procedimiento a seguir para la petición o asignación de consultas médicas, además mucho de los servicios, así como la información ofrecida en los centros de salud llegan a ser erróneos o nulos (Mesa, 2015). Todos estos factores ocasionan una mala gestión en la generación de citas médicas y en la mayoría de las ocasiones generan pérdidas y por ende reasignación de las mismas, lo que en ocasiones puede llegar a ser crítico si se trata

de un paciente que requiera de una rápida atención especializada, además de causar una gran pérdida de recursos para los centros de salud.

En los últimos años se ha evidenciado como los sistemas de información y comunicación han ido destacando su importancia y adaptabilidad, siendo el e-Health un área específica de este desarrollo, el cual tiene como objetivo el optimizar y mejorar todos los servicios de salud relacionados a este tema, obteniendo de esta forma una mejora en sus sistemas de atención y manejo de la información interna.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los sistemas de salud cada vez requieren más procesos innovadores los cuales aporten y contribuyan a una mejor prestación de servicios, siendo los pacientes y todo el personal de los centros de salud sus beneficiarios directos e indirectos respectivamente, ya que estos dos pilares son elementales para lograr un sistema de salud ágil y eficiente. Para lo cual se hace necesario contar con un servicio centralizado, el cual permita tener acceso a la información cada vez más amigable y rápida. Bajo estos escenarios las TIC's surgen como el medio por el cual se puede realizar los aspectos descritos anteriormente y por ende el presente trabajo de investigación tiene una finalidad, la cual es mejorar el estilo de vida de la sociedad basado en un uso adecuado de las tecnológicas de la información.

Asimismo, es necesario destacar que en Ecuador en los últimos años ha existido una fuerte inversión en el campo de la salud, debido al incremento de pacientes y especialidades médicas, junto con un déficit en cuanto al manejo y distribución de la información, producto de la falta de capacitación al personal o la poca optimización y control de los recursos tecnológicos con los que cuentan, llegando a generar problemas en la administración y

asignación de turnos para citas médicas, creando así una demanda insatisfecha de pacientes, siendo los tiempos de espera y de asignación el principal problema (El Universo, 2017).

Así lo destacan ciertos medios escritos, los cuales mencionan que el principal factor de este problema se genera debido a la mala utilización de los recursos tecnológicos disponibles junto con la mala administración y organización interna de los mismos, además del uso de tecnología anticuada y muchas de las veces obsoleta, generando así un ineficiente manejo de la información en los centros de salud del Ecuador lo cual desencadena en disgustos e inconformidad por parte de los pacientes (El Comercio, 2017).

En base de los antecedentes expuestos, se plantea la pregunta de investigación, ¿El uso de e-Health como estrategia de innovación orientada a la administración y asignación de turnos basada en la utilización de una aplicación PWA, contribuirá a mejorar la administración y asignación de turnos de los centros de salud del Ecuador?

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En base a las nuevas exigencias y tendencias actuales, se hace necesario el redefinir el uso de las TIC's, hacia todo escenario posible, siendo el campo de la salud uno de los principales beneficiarios, ya que han incursionado en nuevas formas de acceder y utilizar la información. Tal es así que casi todos los centros hospitalarios han visto la necesidad de modernizar y agilizar sus procesos, especialmente en las áreas administrativas y tecnológicas. Es por este motivo que el presente trabajo de investigación propone y sugiere la implementación de e-Health, como una estrategia de innovación, la cual cubre los aspectos antes descritos.

Es de conocimiento público la falta de accesibilidad a sistemas de agendamiento de citas que garanticen la satisfacción del paciente o afiliado al momento de obtener un turno o

cita médica, siendo estos procesos los que mas generan problemas, lo cual se evidencia al momento de que un paciente acude a un centro de salud en busca de una cita médica, y por diversos aspectos este paciente pierde su turno, ya sea por falta de información o por las largas filas que se tienen que hacer para solicitar ayuda o una guía dentro de dichos centros, todos estos aspectos influyen en la falta de satisfacción por el servicio brindado.

En base de todos los argumentos expuestos se considera viable la presente investigación, la cual se complementará con una revisión literaria minuciosa y un análisis de factibilidad previos, ya que todos los problemas previamente expuestos se podrían remediar o reducir con el uso adecuado de la tecnología. Para lo cual se plantea diseñar una aplicación de tipo “Progressive Web App” (Aplicación Web Progresiva), para dispositivos móviles la cual brinde facilidades de acceso y usabilidad a los pacientes.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Usar e-Health como estrategia de innovación orientada a la administración y asignación de turnos utilizando una Progressive Web App (Aplicación Web Progresiva) como estrategia de desarrollo y optimización de recursos.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Investigar y aprender sobre el marco teórico relacionado al campo del e-Health para determinar los campos de acción de la presente investigación.
- Definir los parámetros y situación tecnológica actual del centro de salud tomando en consideración las recomendaciones emitidas por Cobit 5 en lo referente al tema de infraestructura.

- Determinar los procesos utilizados en la administración y asignación de turnos del centro de salud.
- Diseñar y desarrollar una Aplicación Web Progresiva que permita la integración entre los procesos de administración, asignación de citas médicas, y los sistemas de movilidad que posee el centro de salud.
- Desarrollar pruebas y validación de resultados, los cuales faciliten una toma de decisiones y seguimiento de los procesos previamente definidos.

## **1.5 ALCANCE**

El presente proyecto propone generar una sinergia entre las TIC's y las áreas de salud, he aquí donde surge la propuesta de e-Health, como estrategia de gestión y seguimiento a los procesos relacionados con el entorno médico.

Con estos antecedentes se propone el uso de e - Health como estrategia de innovación orientada a la administración y asignación de turnos, la cual se complementará con una estrategia de desarrollo PWA debido a que consume menos datos que las aplicaciones web tradicionales incrementando las potencialidades de los dispositivos donde se lo implemente, siendo estos aspectos claves dentro de los objetivos planteados. El caso de estudio al cual se pretende aplicar y validar la propuesta será tentativamente al Centro Integral de Salud – AsistaNet, el cual es un proveedor de asistencia médica ambulatoria en el Ecuador, el mismo tiene dos centros asociados en la ciudad de Quito. A continuación, en la Tabla 1 se detallan las preguntas de investigación:

**Tabla 1.***Preguntas de investigación*

Objetivo específico	Pregunta de investigación
i. Investigar y aprender sobre el marco teórico relacionado al campo del e-Health para determinar los campos de acción de la presente investigación.	a. ¿Cuál es el marco teórico asociado al e-Health que están relacionados con el tema de investigación?
ii. Definir los parámetros y situación tecnológica actual del centro de salud tomando en consideración las recomendaciones emitidas por Cobit 5 en lo referente al tema de infraestructura.	b. ¿El centro de salud posee una infraestructura tecnológica adecuada para la implementación de la presente propuesta?
iii. Determinar los procesos utilizados en la administración y asignación de turnos del centro de salud.	c. ¿Qué procesos utiliza el centro de salud para la administración y asignación de turnos?
iv. Diseñar y desarrollar una Aplicación Web Progresiva que permita la integración entre los procesos de administración, asignación de citas médicas, y los sistemas de movilidad que posee el centro de salud.	d. ¿Cómo se integrarán los procesos de citas médicas y movilidad en el centro de salud?
v. Desarrollar pruebas y validación de resultados, los cuales faciliten una toma de decisiones y seguimiento de los procesos previamente definidos.	e. ¿Cómo se podría facilitar la toma de decisiones y seguimientos de procesos?

El desarrollo de la aplicación servirá como herramienta de estrategia e innovación, misma que tendrá como alcance los siguientes aspectos:

- i. Desplegar información de las distintas especialidades y profesionales que posee el centro de salud en un periodo de tiempo óptimo.
- ii. La aplicación integrará los procesos de administración y gestión de turnos del centro de salud.

iii. La aplicación integrará los sistemas actuales de movilidad.

Complementariamente a esto, es necesario una breve descripción sobre la funcionalidad y adaptabilidad del prototipo a ser desarrollado, misma que se detalla a continuación:

La aplicación funcionará con una arquitectura distribuida en la cual el servidor para la comunicación entre el aplicativo móvil y la base de datos será desarrollado en NodeJS, este servidor utilizará Web Services para la comunicación, también existirá un sistema de integración encargado de sincronizar la información de citas medicas del centro de salud a la base de datos mediante un archivo Excel, mismo que será programado en lenguaje Java. El aplicativo móvil será desarrollado por medio de una aplicación web progresiva la cual trabajará de manera híbrida, es decir consumiendo recursos tanto web como nativos, así también para el desarrollo de la aplicación web progresiva se hará uso del framework Ionic, mismo que será explicado y detallado posteriormente, lo cual permitirá tener portabilidad en la aplicación a través de la generación de códigos QR que permitan desplegar el aplicativo en un entorno web.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 E-HEALTH

El termino e-Health se puede definir como el uso de las tecnologías de información y comunicación para la salud en aspectos que cubren, la gestión de las organizaciones médicas, seguimientos a los pacientes o incluso la posibilidad de realizar diagnósticos (Sainz, Rodrigues, & Lozano, 2011). El término e-Health ha evolucionado gradualmente hasta el punto de referirse a todas las funciones involucradas en la estructura del sistema de salud, por lo tanto, e-Health no es simplemente el mejorar la salud de los pacientes o el intercambiar archivos entre instituciones de salud, si no el crear a la par reformas necesarias en el sistema de salud para obtener como resultado una mejora general a nivel mundial (García, 2017).

En la actualidad e-Health es una de las áreas de la salud que presenta uno de los mayores crecimientos debido a que el uso del internet a facilitado el intercambio de información y la creación de nuevas relaciones entre pacientes y profesionales de la salud, así como la posibilidad de dar servicios de consultas remotas, seguimiento de enfermedades, mantenimiento de registros en línea, registro electrónico de pacientes, entre otros (Felizardo & Sousa, 2015). Adicionalmente el uso de dispositivos móviles (m-Health) junto con la ayuda de la computación en la nube (cloud computing), han generado que lo servicios proporcionados por e-Health tengan una alta versatilidad, disponibilidad y escalamiento de recursos, lo cual facilita alcanzar objetivos como la mejora de servicios y la optimización de recursos.

##### **Características básicas del e-Health**

Debido a que e-Health plantea soluciones y mejoras en el área de salud deben tomarse en cuenta las características básicas y especificaciones que permitan la interoperabilidad entre

las tecnologías y los sistemas de información y comunicación relacionados con la atención médica, para así evitar perjudicar tanto a los pacientes como a los procesos de salud que se manejan (DeNardis, 2012). Las características de e-Health o de las cuales debería estar compuesta se las conoce como las “10 e”, las cuales se detallan a continuación:

- 1. Eficiencia (Efficiency):** Una de las garantías del e-Health es mejora la eficiencia en la atención de la salud para reducir los costos.
- 2. Mejora en la calidad del cuidado de la salud (Enhancement in quality of healthcare):** Otorgar a los pacientes el derecho a seleccionar el tratamiento médico adecuado mediante una guía adecuada y facilitar a los mismo las mejores instalaciones médicas.
- 3. Basado en la evidencia (Evidence-based):** e-Health debe basarse en pruebas en el sentido de que su valor y competencia no deben presumirse, sino demostrarse mediante una evaluación científica.
- 4. Empoderamiento de consumidores y pacientes (Empowerment of consumers and patients):** Al hacer que la base de conocimiento de la medicina y los registros electrónicos personales estén fácilmente disponibles para los usuarios a través de Internet.
- 5. Fomentar (Encouragement):** e-Health fomenta un nuevo vínculo entre el paciente y el experto en salud donde las opciones se toman mutuamente.
- 6. Educación (Education):** Educación de médicos y consumidores a través de fuentes en línea (educación médica continua).
- 7. Permitir el intercambio de información (Enabling exchange of information):** Permitir la discusión de la información y la comunicación de manera consistente entre las instituciones de salud.

- 8. Ampliación del alcance del cuidado de la salud (Extension of scope of healthcare):** Disponibilidad de recursos y servicios médicos para pacientes en todo el mundo.
- 9. Ética (Ethics):** Abordar cuestiones éticas privacidad y el posible uso indebido de los datos y registros de pacientes.
- 10. Cuidado de la salud equitativo (Equitable healthcare):** Hacer de e-Health un sistema de atención médica conveniente y asequible para todas las personas.

Con el objetivo de garantizar la interoperabilidad entre las tecnologías y los sistemas de información, se hace necesario la implementación de la mayoría de las características descritas anteriormente. Así también es necesario explicar y entender uno de los componentes que conforman el e-Health, en este caso m-Health, el cual es asociado con el desarrollo de una PWA, la cual está orientada al uso de los dispositivos móviles.

### **m-Health**

M-Health (también conocido como mobile health o Mhealth), es uno de los componentes que engloba e-Health el cual se basa en el uso de dispositivos móviles con acceso a internet que se puedan usar para apoyar las herramientas de soporte de gestión de la salud (Srinivasan, 2013). Dentro de m-Health existen diferentes aplicaciones móviles que dan a conocer o brindan información a pacientes individuales, así como permiten satisfacer necesidades, condiciones y preocupaciones de atención médica particulares.

M-Health puede verse como un mercado y una industria que plantea problemas complejos en aspectos de seguridad de la información y regulación legal relacionada con los modos de utilización y protección de datos, así también propone una mejor accesibilidad a los servicios de salud y la reducción de los gastos de salud pública, mientras que las profesiones

de la salud están experimentando con la asistencia móvil y la monitorización médica remota (Szoniiecky, Ammi, & Saleh, 2019).

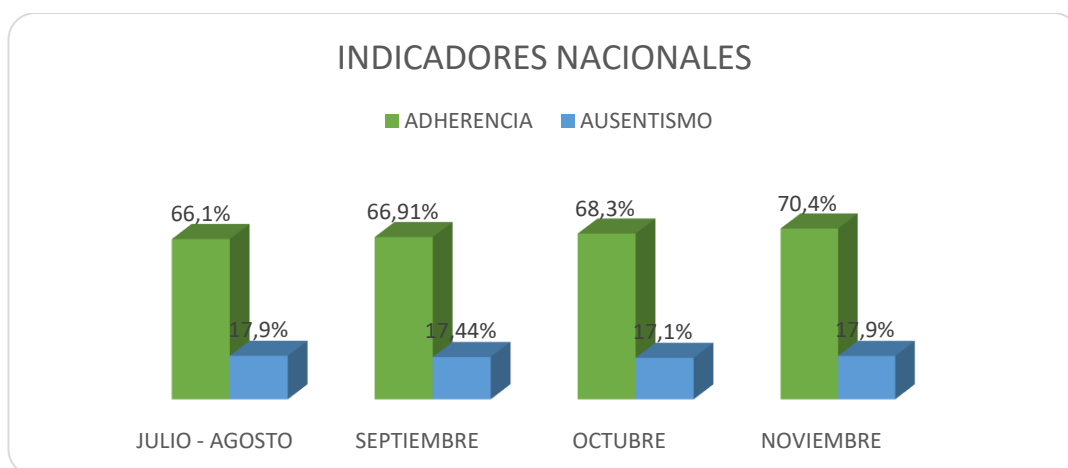
El m-Health propone la participación pública en la recopilación de datos de salud como parte del mejoramiento de la automatización, empoderamiento y democracia relacionada con la salud. Existen algunos estudios recientes, inventariados por la “*Haute Autorité de Santé*”, que se centran en la evaluación de aplicaciones móviles de salud para teléfonos inteligentes, estos evalúan una diferentes enfoques disciplinarios y temáticos, los cuales se enfocan principalmente en el público y los objetivos finales como la medicina preventiva, monitoreo médico, asistencia remota, observación, bienestar, seguridad y gestión de datos, contenido relacionado con la salud , sistemas técnicos, utilización y uso (Szoniiecky, Ammi, & Saleh, 2019).

### **2.1.2 AUSENTISMO**

Según la RAE (Real Academia Española) el ausentismo se lo define como: “*Abstención de la asistencia a un trabajo o de la realización de un deber*” (Real Academia Española (RAE), 2010).

Con este antecedente, se puntualiza que en Ecuador existen varios problemas que generan ausentismo puntalmente con las citas médicas, destacando principalmente: la mala utilización de los recursos tecnológicos disponibles, la mala administración y organización interna de los recursos tecnológicos, uso de tecnología anticuada u obsoleta y un ineficiente manejo de la información en los centros de salud (El Comercio, 2017).

Según datos del ministerio de salud pública del Ecuador, existe un alto índice de ausentismo en citas médicas agendadas en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), el cual se detalla en el siguiente gráfico.



**Figura 1.** Índice de ausentismo en Ecuador

Fuente: (Salud, 2017)

Como se puede observar en Figura 1 en el año 2017 entre los meses de julio y noviembre existe un índice promedio aproximado de ausentismo del 17.5%, es necesario mencionar que no existe información pública más actualizada por parte del ente regulador

### **2.1.3 COMPUTACIÓN EN LA NUBE (CLOUD COMPUTING)**

Según la definición propuesta por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) la computación en la nube es una tecnología versátil que puede soportar un amplio espectro de aplicaciones, mismo que permite acceder de manera global a recursos informáticos tales como: servidores, redes, aplicaciones, servicios y almacenamiento; de manera conveniente y bajo demanda, los cuales se puedan suministrar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción con el proveedor de servicios (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, 2011). En general el término cloud computing o computación en la nube se utiliza para describir un modelo económico y operativo para la distribución y consumo de infraestructura de TI. Mismos que provee servicios asociados con el uso y acceso del internet a cualquier empresa u organismo (Goessling, 2018).

Ahora bien, en cuanto a e-Health, la computación en la nube proporciona una infraestructura sólida, eficiente y confiable a través de internet mediante un modelo “*pago por uso*<sup>1</sup>”, con lo cual se puede mantener instalaciones informáticas, almacenamiento de datos y software que faciliten los procedimientos y rutinas de los diferentes servicios médicos de una manera flexible y escalable, además de disminuir significativamente los costos de operación y mantenimiento (Haufe, Dzombeta, & Brandis, 2014). En el sector de la salud existen aspectos generales de la computación en la nube que deben ser tomados en cuenta:

- Disponibilidad: Los servicios y los datos deberían estar disponibles todo el tiempo sin degradación del rendimiento para que se pueda trabajar de manera continua y efectiva.
- Confiabilidad: el uso de la computación en la nube en un campo tan sensible como es el de la salud requiere confiabilidad para los servicios prestados.
- Gestión de datos: Es necesario una buena gestión de la base de datos para manejarla gran cantidad y diversidad de datos.
- Escalabilidad: Los sistemas de e-Health podrían llegar a tener cientos de proveedores de atención médica y millones de pacientes.
- Seguridad: Debido a que se llegarían a ofrecer varios servicios de e-Health, los cuales serán utilizados por diferentes usuarios, es necesario implementar diferentes métodos de autenticación y controles de acceso.
- Privacidad: Debido a que los servicios de e-Health llegan a manejar datos sensibles de pacientes es importante mantener la privacidad de los datos.

---

<sup>1</sup> **Pago por uso:** Modelo de contratación de servicios cloud en el cual por número de usuarios y espacio consumido

#### 2.1.4 APLICACIONES HÍBRIDAS

Una aplicación híbrida es una aplicación móvil que contiene una instancia de navegador aislada, generalmente nombrada “*WebView*”, lo cual ejecuta una aplicación web dentro de una aplicación móvil nativa, es decir que las aplicaciones web pueden ejecutarse en un dispositivo móvil y acceder al hardware del dispositivo tales como la cámara, acelerómetro, sistema de posicionamiento global - GPS por sus siglas en inglés, entre otros (Wilken, 2015). Es comúnmente mal interpretado el hecho de que una aplicación híbrida no se puede instalar en un dispositivo, sin embargo, estas aplicaciones son como cualquier aplicación móvil nativa que se puede instalar en dispositivos y publicar en las tiendas de aplicaciones como “Play Store” y “App Store” (Yusuf, Phan, & Khanna, 2017).

Existen varias plataformas móviles como IOS, Android, Windows Phone entre otros, además del entorno de desarrollo y los lenguajes de programación específicos. Por ejemplo, se debe utilizar Objective-C para desarrollo de aplicaciones IOS, Java (Android SDK) para el desarrollo de aplicaciones Android, C# o VB.net con XAML<sup>2</sup> para desarrollar aplicaciones Windows Phone; Mediante el uso de aplicaciones híbridas se puede desarrollar aplicaciones para múltiples plataformas utilizando un solo entorno de desarrollo y lenguaje de programación.

#### Tipos de aplicaciones híbridas

Se puede dividir en dos categorías generales:

- a) **Aplicaciones híbridas basadas en WebView:** En este tipo de aplicación cada plataforma tiene un componente común llamado WebView que es un navegador

---

<sup>2</sup> **XAML:** lenguaje de formato para la interfaz de usuario para la Base de Presentación de Windows y Silverlight

Chromeless<sup>3</sup>, el cual se utiliza para abrir contenido web que este alojado localmente, por ejemplo, archivos CSS, páginas HTML y código JavaScript. HTML5 y CSS3 proporcionan características que facilitan el desarrollo de aplicaciones que puedan ejecutarse en diferentes tamaños de pantalla sin realizar mayores cambios (Yusuf, Phan, & Khanna, 2017).

**b) Aplicaciones híbridas cross-compiled (compilación cruzada):** Estas aplicaciones híbridas implican la compilación cruzada de múltiples aplicaciones nativas utilizando un solo lenguaje de programación, es decir el desarrollador codificará usando un solo lenguaje de programación el cual se puede convertir en componentes de lenguaje nativo al momento de compilar o ejecutar la aplicación. En general, estos tipos de plataformas aprovechan la generación de un puente o una asignación de componentes nativos para sus construcciones personalizadas en el lenguaje de programación destinado al desarrollo (Yusuf, Phan, & Khanna, 2017).

En base a los criterios expuestos para el presente proyecto se utilizarán las aplicaciones híbridas basadas en WebView, esto debido a que son más adecuadas para aplicaciones complejas y de gran escala, siendo este el caso del presente proyecto.

### **2.1.5 APLICACIONES WEB PROGRESIVAS O PROGRESSIVE WEB APPS - PWA**

Las PWA son un conjunto de técnicas, API's y estrategias que permiten a los desarrolladores brindar a los usuarios la experiencia de uso nativa similar a la de los dispositivos móviles, es decir las PWA no se crean utilizando una tecnología singular o

---

<sup>3</sup> **Chromeless:** Plataforma flexible que permite la creación de una nueva interfaz de usuario del navegador utilizando tecnologías web estándar como HTML, CSS y JavaScript (Mozilla, s.f.).



específica, tampoco son un nuevo marco o lenguaje (Sheppard, 2017), las PWA cumplen con las siguientes características básicas (Sheppard, 2017):

- Rápida: Casi siempre muestran las cosas en el dispositivo del usuario en menos de un par de segundos.
- Fiable: Funciona incluso sin una conexión de datos sólida o dispositivos antiguos.
- Atractivo: Al habilitar las notificaciones incluso en la web, los usuarios pueden ser notificados de los eventos realizados por la aplicación incluso si el navegador está cerrado. Se pueden incluso instalar directamente en la pantalla de inicio del dispositivo y los desarrolladores pueden seleccionar el icono.

En una PWA a medida que el navegador se vuelve más moderno, más funciones estarán disponibles, esto se conoce como una mejora progresiva, es decir que el mismo código que se muestra como un sitio web simple se convertirá progresivamente en una aplicación compleja y robusta a medida que mejora el soporte del navegador. La verdadera ventaja y utilidad de las PWA son las experiencias de usuario que mejoran progresivamente a medida que mejoran los navegadores, esta experiencia de usuario mejora a través de un conjunto de características que le dan a la aplicación confiabilidad y velocidad para obtener tiempos mínimos al momento de cargar el contenido, independientemente de la calidad de conexión a internet (Sheppard, 2017).

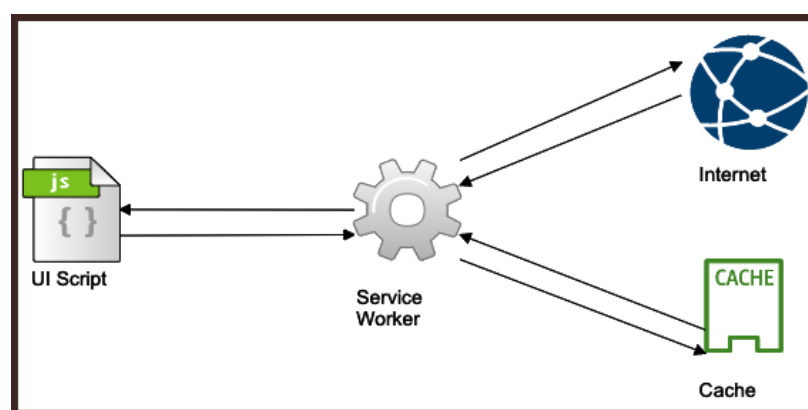
Una PWA también debería poder funcionar sin una conexión a internet mediante el uso de “*Service Workers*”, los cuales pueden almacenar en memoria temporal (caché) partes de la aplicación para proporcionar el funcionamiento offline. Gracias a estos “*Service Workers*” ya que no es necesario enfrentar la temida pantalla “*Sin conexión a internet*”, ya que estos pueden interceptar y almacenar en caché cualquier solicitud de red desde y hacia el sitio web, además

las PWA pueden controlar el cómo desean responder a las solicitudes con o sin conexión de red. Las características y funcionamiento de un “*Service Worker*” se detallan a continuación.

## Service Workers

Los service workers son scripts creado en JavaScript los cuales se ejecutan en segundo plano permitiendo interceptar solicitudes de red, manejar mensajes push<sup>4</sup> entre otros, estos scripts se ejecutan de manera independiente a la interfaz de usuario lo cual evita que esta se bloquee o se congele mientras se procesan tareas del service worker, en la Figura 2 se puede observar la arquitectura de un service worker. El objetivo de un service worker es actuar como un intermediario entre la aplicación e internet, posteriormente realizar la función para la cual fue configurado y finalmente comunicar los resultados la aplicación (Hume, 2017). Los service workers tienen las siguientes características:

- Se ejecutan en su propio script en un contexto global.
- No está vinculado a una página web en particular.
- No puede realizar modificaciones a los elementos de la página web.
- Debe ser HTTPS



*Figura 2.* Arquitectura de un Service Worker

<sup>4</sup> **Mensajes Push:** Pequeños mensajes de texto que aparecen de manera instantánea en el dispositivo móvil que se utilizan para mostrar notificaciones a los usuarios

## Ciclo de vida de un Service Worker



**Figura 3.** Ciclo de vida de un Service Worker

Fuente: (Hume, 2017)

El ciclo de vida de un service worker empieza en el momento en el que un usuario navega a una página web y se ejecuta el proceso de registro, durante el proceso registro el navegador descarga, analiza y ejecuta el service worker. Si en algún momento durante este proceso existiera algún error, el registro se rechazará y el service worker será rechazado. Una vez que el service worker sea ejecutado correctamente se activa el evento de instalación, después de que la instalación se complete el service worker se activa y empieza a controlar los procesos asignados.

### 2.1.6 IONIC FRAMEWORK

Ionic es un framework de código abierto orientado al desarrollo de aplicaciones híbridas, este framework permite crear aplicaciones móviles de aspecto nativo utilizando tecnologías web como HTML5, CSS3 y JS. Ionic está construido en base a AngularJS<sup>5</sup> y utiliza Apache Cordova<sup>6</sup> para la creación de aplicaciones a partir de contenido web, Ionic Framework

<sup>5</sup> **AngularJS:** Framework de código abierto para JavaScript

<sup>6</sup> **Apache Cordova:** Entorno de desarrollo para aplicaciones móviles

incluye un conjunto de directivas de Angular que facilitan el desarrollo de aplicaciones. Por ejemplo, ListViews, gestos táctiles optimizados, menús laterales, ventanas emergentes, pestañas y elementos de entrada específicos para dispositivos móviles (Khanna, 2016).

Ionic Framework se ha convertido en un ecosistema con un conjunto muy amplio de herramientas de desarrollo móvil. Ionic CLI es uno de estos y posee algunas opciones, como Ionic Lab y Live Reload, que ayuda a ahorrar mucho tiempo de desarrollo. También posee Ionic View la cual es una aplicación nativa para iOS y Android donde se pueden implementar y probar aplicaciones sobre la marcha sin tener que empaquetar los mismos. Ionic.io es otra herramienta la cual se puede definir como una plataforma completa de servicios de back-end basado en la nube donde se puede administrar los datos de las aplicaciones, ver análisis y administrar notificaciones push desde una sola consola.

### **2.1.7 COBIT 5**

Como se mencionó anteriormente, e-Health debe cumplir con algunas características para poder ser correctamente implementado, por lo cual es necesario adoptar buenas prácticas en la administración de TI para poder brindar a los usuarios servicios de calidad. Para el presente proyecto se consideró necesario utilizar un marco de referencia, en este caso Cobit 5 debido a que posee procesos y normas que han sido aceptado a nivel internacional (ISACA, 2012).

Debido a la complejidad que implica adoptar todo el marco de Cobit 5 para el presente proyecto se optó por utilizar únicamente un catalizador el cual servirá como guía para generar buenas prácticas en el área de infraestructura tecnológica para que sea escalable y flexible, lo cual permitirá tener una alta fiabilidad para los centros de salud. En el presente proyecto el catalizador que se utilizará es referente a Servicios, Infraestructura y Aplicaciones, mediante

las diferentes dimensiones que posee este catalizador se podrá crear una base sólida para la implementación de la infraestructura tecnológica óptima y adecuada que permita ejecutar el aplicativo en el Centro de Salud, enfocando en la optimización de recursos, la portabilidad y la disponibilidad.

## **2.2 METODOLOGÍAS**

### **2.2.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Se llama investigación científica, a la actividad que permite obtener conocimientos científicos, es decir, conocimientos que se procura sean objetivos, sistemáticos, claros, organizados y verificables. (Sabino, 2008). El método inductivo tiene como objetivo llegar a una conclusión general en base a hechos particulares mediante el uso de herramientas de inferencia. La investigación aplicada busca una resolución de manera más directa e inmediata a un problema establecido y conocido por el investigador, también es conocida como investigación práctica o empírica ya que se centra en llevar a la práctica los conocimientos adquiridos mediante la aplicación de estos.

#### **Investigación Experimental**

El método inductivo tiene como objetivo llegar a una conclusión general en base a hechos particulares mediante el uso de herramientas de inferencia. La investigación aplicada busca una resolución de manera más directa e inmediata a un problema establecido y conocido por el investigador, también es conocida como investigación práctica o empírica ya que se centra en llevar a la práctica los conocimientos adquiridos mediante la aplicación de estos.

La investigación experimental de tipo cuantitativo con un enfoque científico tiene como característica que posee variables mismas que son manipuladas por el investigador se medirán si existen cambios en otras variables, para poder obtener un control en el aumento o

disminución de las variables y el efecto causado en las conductas observadas. (Explorable, 2014).

Para el presente proyecto se utilizará la investigación experimental debido a que se realizarán pruebas de validación en las diferentes aplicaciones (Murillo, 2008), adicionalmente a continuación se define una hipótesis y variables de investigación mismas que ayudarán a analizar la problemática planteada en el Capítulo I de la presente investigación (Ver Tabla 2).

*“Mediante el uso del e - Health como estrategia de innovación utilizando PWA como estrategia de desarrollo y optimización de recursos, mejorará la administración y asignación de turnos en los centros de salud del Ecuador.”*

**Tabla 2.**

*Variables de investigación*

Independientes	Dependientes
Uso inadecuado de tecnología disponible	Retraso en los procesos de asignación de citas
Plataformas tecnologías obsoletas	Retrasos en procesos y pérdidas de información
Tiempos de procesamiento altos	Altos índices de ausentismo o deserción del proceso

### **Investigación Descriptiva**

Debido a que el presente proyecto de investigación posee herramientas y procesos que serán medidos, es necesario realizar una interpretación y análisis de los datos obtenidos, por lo cual se utilizará la investigación descriptiva ya que en este tipo de investigación las variables

formuladas permitirán realizar recolecciones de datos para determinar la validez del estudio. En el presente proyecto se utilizará la tabulación de datos como herramienta de análisis, en el cual se medirán los tiempos de asignación de turnos de los pacientes del centro de salud y además encuestas que permitan determinar elementos relevantes para el presente proyecto.

## **2.2.2 METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

### **Mobile-D**

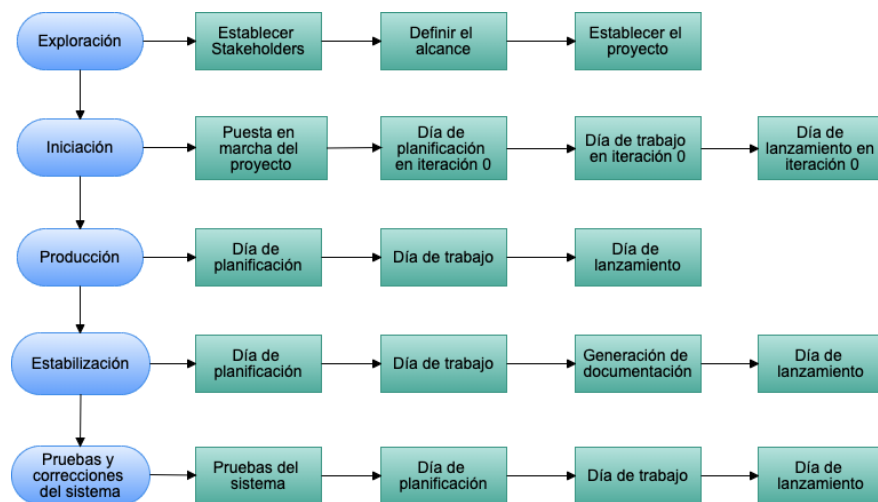
Actualmente el desarrollo de aplicaciones móviles es una actividad difícil y en algunas ocasiones larga y complicada debido a las limitaciones técnicas y demandas específicas del mismo además que por el momento se conoce muy poco sobre los diferentes procesos de desarrollo de aplicaciones móviles, las soluciones ágiles de desarrollo de software dan un buen ajuste al desarrollo de aplicaciones móviles, sin embargo las características de los terminales móviles y el entorno de red crean algunas limitaciones para aplicar en su totalidad cualquiera de las metodologías de desarrollo ágil existentes (Kirmani, 2017).

Mobile-D es un método que se basa en prácticas de desarrollo ágiles y que toma elementos de métodos estables y conocidos como XP, Scrum y RUP, existen algunas ventajas en esta metodología de desarrollo entre las cuales se puede destacar: mayor visibilidad del progreso, detección y reparación temprana de problemas técnicos, baja cantidad de errores y defectos en el producto final y un progreso constante en el desarrollo; Mobile-D proporciona una documentación del software completa además las iteraciones cortas permite que los requisitos del usuario puedan cambiar con frecuencia lo que permite tener una mejor agilidad, además proporciona mayor eficiencia en el desarrollo y mantenimiento junto con una

estabilidad fácil de alcanzar entre los stakeholders<sup>7</sup> y los desarrolladores (Mahmood & Lu, 2013).

### Ciclo de vida de Mobile-D

La metodología de desarrollo ágil Mobile-D posee cinco fases principales: exploración, iniciación, producción, estabilización y pruebas y correcciones del sistema, cada fase incluye diferentes iteraciones las cuales se muestran en la Figura 4.



*Figura 4.* Ciclo de vida de Mobile-D

Fuente: (Mahmood & Lu, 2013)

A continuación, se detalla cada fase del ciclo de vida Mobile-D según (Mahmood & Lu, 2013).

- **Fase de exploración:** En esta fase se establece una versión de las características iniciales de los requisitos del proyecto junto con el plan de proyecto. El objetivo principal de esta fase es resaltar los alcances requisitos dentro del proyecto.
- **Fase de iniciación:** Una vez que los requisitos y planes iniciales del proyecto se encuentran correctamente organizados y establecidos comienza la fase de

<sup>7</sup> **Stakeholder:** Todos los involucrados o partes interesadas en el desarrollo de una aplicación.



iniciación en la cual se identifican los recursos técnicos y físicos que se utilizarán en el proyecto, también proporciona los canales de comunicación entre los stakeholders y los desarrolladores.

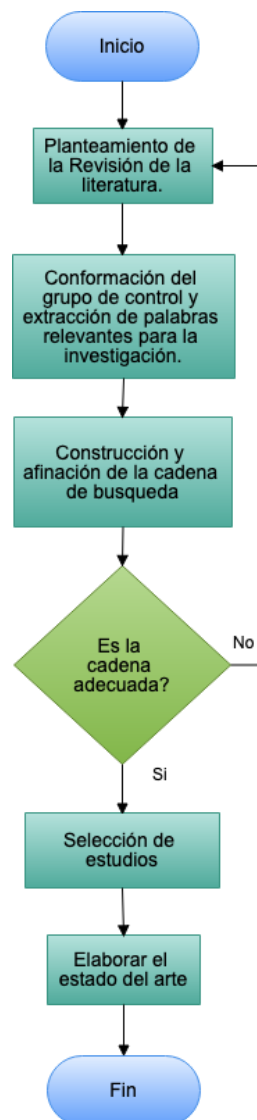
- **Fase de producción:** En esta fase se implementan las funcionalidades recopiladas en las fases de exploración e iniciación, esta fase se divide en tres etapas, en el día de planificación se analiza y prioriza los requisitos para identificar las funcionalidades centrales del proyecto, también se crea una planificación de iteraciones. En los días de trabajo se utiliza el plan anteriormente establecido para desarrollar las funcionalidades centrales. Finalmente, en el día de lanzamiento se implementan las funciones desarrolladas.
- **Fase de estabilización:** En esta fase se recopilan y combinan las diferentes funcionalidades previamente desarrolladas, también se genera toda la documentación necesaria.
- **Fase de pruebas y correcciones del sistema:** En esta fase se realizan todas las pruebas del sistema para probar todas las funcionalidades establecidas en la primera fase, en caso de existir errores en las pruebas se las corrige hasta lograr obtener un sistema totalmente funcional.

El presente proyecto al plantear el desarrollo de un aplicativo el cual será un prototipo y no una versión final, y dado que tanto el equipo de desarrollo y las funcionalidades son pequeñas, se ha decidido adoptar la metodología (Mobile-D) debido a que su ciclo de vida es el más apropiado a ser utilizada para asegurar la calidad del desarrollo.

### CAPÍTULO III

## ESTADO DEL ARTE

Para el estado del arte en se tomo como base el proceso de revisión LITERARIA basado en las guías de revisión sistemática de literatura propuestas por (Kitchenham & Charters, 2007). Las actividades consideradas para este proceso se muestran en la Figura 5.



*Figura 5.* Método de elaboración del estado del arte

### **3.1 PLANTEAMIENTO DE LA REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Para esta etapa se realizará una descripción sobre el problema a investigar lo cual ayudará a proporcionar una cadena de búsqueda que facilite el encontrar investigaciones previamente realizadas sobre la temática tratada, previamente se establecerá un objetivo de búsqueda en base al planteamiento de las preguntas de investigación.

### **3.2 CREACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL Y OBTENCIÓN DE PALABRAS CLAVES**

En este punto del estado del arte es importante plantear un correcto mapeo a través de la identificación de artículos según (Petersen, Feldt, Mujtaba, & Mattsson, 2008); como se muestra en la Tabla 3, esta lista de artículos definidos servirá para la búsqueda de información similar. Para la búsqueda de información relacionada se utilizó la herramienta de búsqueda Google Scholar utilizando los siguientes filtros de búsqueda:

- Publicaciones con una antigüedad no mayor a 5 años.
- Indexación de alta prioridad.
- Numero de cifras referenciadas.

**Tabla 3.***Grupo de control*

Título	Referencia	Palabras clave
Exploiting smart e-Health gateways at the edge of healthcare Internet-of-Things: A fog computing approach	(Rahmani, Nguyen, & Negash, 2018)	e-Health, Internet of Things, Healthcare, Smart hospital
mHealth and telemedicine apps: in search of a common regulation	(Chiara, Chiara, & Norbert, 2018)	telemedicine, patient data privacy, mobile apps
eHealth and quality in health care: implementation time	(Ossebaard & Gemert-Pijnen, 2016)	quality of health care, medical informatics applications, telemedicine
Smart e-Health Gateway: Bringing intelligence to Internet-of-Things based ubiquitous healthcare systems	(Rahmani, Thanigaivelan, & Gia, 2015)	Internet of Things, Healthcare, Smart Hospital
Big Data, Internet of Things and Cloud Convergence – An Architecture for Secure E-Health Applications	(Suciu, Martian, & Craciunescu, 2015)	Big data, IoT, Cloud computing, E-health

Una vez realizado el análisis se identificaron las palabras mas relevantes y las que más se acerquen al criterio de búsqueda: e-Healt, Healthcare, Smart hospital, Internet of things, mobile apps, quality of health care, cloud computing.

### 3.3 CONSTRUCCIÓN Y AFINACIÓN DE LA CADENA DE BÚSQUEDA

Se procede a generar una la siguiente cadena de búsqueda.

(“E-HEALTH” OR “HEALTCARE” OR “QUALITY OF HEALTH CARE”) AND (“MOBILE APPS” OR “SMART HOSPITAL” OR “INTERNET OF THINGS” OR “CLOUD COMPUTING”) esta cadena de búsqueda fue aplicada en la base de conocimientos Springer link, la cual es una base de conocimientos creada por y para investigadores.

Una vez ingresada la cadena de búsqueda en la base digital se obtuvo mas de 2000 resultados, por lo cual la cadena de búsqueda será redefinida como se detalla a continuación: (“E-HEALTH” OR “QUALITY OF CARE”) AND (“MOBILE APPS” OR “SMART HOSPITAL”) AND (“INTERNET OF THINGS” OR “CLOUD COMPUTING”). Una vez realizada la nueva consulta con la cadena de búsqueda redefinida se llegaron a obtener 249 artículos con una similitud al tema del presente proyecto.

### 3.4 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

De los 249 artículos obtenidos, se aplicó tres filtros los cuales se detallan a continuación:

- **Vigencia:** Estudios publicados desde el año 2014.
- **Tipo de estudio:** Únicamente se toma en cuenta articles y conferences papers debido a su relevancia.
- **Idioma:** Estudios en idiomas español o ingles.

Una vez realizada la búsqueda aplicando los filtros mencionados y el criterio de búsqueda tanto del investigador como del tutor, se eligieron 3 estudios principales (Ver tabla 4).

**Tabla 4.***Estudios principales*

Código	Título
EP1	An enhanced healthcare system in mobile cloud computing environment
EP2	A scoping review of cloud computing in healthcare
EP3	Medical Data Processing and Analysis for Remote Health and Activities Monitoring
EP4	Evaluating the sustainability of a smart technology application to mobile health care: the FGM-ACO-FWA approach
EP5	Innovations in e-health
EP6	On the Internet of Things, smart cities and the WHO Healthy Cities
EP7	Analyzing the availability and performance of an e-health system integrated with edge, fog and cloud infrastructures
EP8	Collaborative and secure transmission of medical data applied to mobile healthcare
EP9	Analysis of Barriers to the Deployment of Health Information Systems: a Stakeholder Perspective.

### 3.5 ELABORACIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

**EP1** (Hanen, Kechaou, & Ayed, 2016) **An enhanced healthcare system in mobile cloud computing environment**

Este artículo trata sobre como el desarrollo de aplicaciones móviles junto con cloud computing crean una nueva tecnología para servicios web móviles conocida como Mobile cloud computing (MCC), el cual consideran como una parte fundamental para la transformación de la atención médica. Los autores también implementan un sistema médico en la nube con agentes múltiples el cual presenta un mejor rendimiento frente a los sistemas tradicionales.

**EP2 (Griebel, Prokosch, Köpck, & Toddenroth, 2015) A scoping review of cloud computing in healthcare**

En este artículo se llegan a analizar 102 publicaciones en base a seis temas principales: telemedicina, imagen médica, salud pública y autogestión del paciente, gestión hospitalaria y sistemas de información, terapia y uso secundario de datos, a través de lo cual se logra comprender que a pesar de que la computación en la nube en el cuidado de la salud es de creciente interés, solo existen algunas implementaciones exitosas y muchos documentos simplemente usan el término "nube" como sinónimo de "uso de máquinas virtuales" o "basado en la web" sin beneficio descrito del paradigma de la nube. La mayor amenaza para la adopción en el dominio de la salud es causada por la participación de socios externos de la nube: muchos problemas de seguridad y protección de datos aún no se han resuelto.

**EP3 (Vitabile, Marks, Stojanovic, & Pllana, 2019) Medical Data Processing and Analysis for Remote Health and Activities Monitoring**

Este artículo trata sobre como los recientes desarrollos en tecnología de sensores, computación portátil, Internet de las cosas (IoT) y comunicación inalámbrica han dado lugar a la investigación en salud ubicua y monitoreo remoto de la salud y las actividades humanas permiten el monitoreo continuo de las condiciones psicológicas y de salud de los pacientes.

También se discuten temas de recolección y privacidad de datos, modelos, tecnologías y soluciones para el procesamiento y análisis de datos médicos, desafíos y oportunidades de investigación en análisis de datos médicos.

**EP4 (Toly Chen, 2019) Evaluating the sustainability of a smart technology application to mobile health care: the FGM–ACO–FWA approach**

Este artículo trata sobre cómo las nuevas tecnologías presentan numerosas oportunidades para mejorar la atención médica móvil, sin embargo, las aplicaciones existentes de tecnologías inteligentes para la atención médica móvil enfrentan varias dificultades. Como resultado, se cuestiona si estas aplicaciones para la atención médica móvil serán sostenibles. Para realizar el análisis respectivo en el artículo se propone un enfoque de la media geométrica difusa (FGM), operaciones de corte (ACO) y promedio ponderado difuso (FWA) para evaluar la sostenibilidad de trece aplicaciones para la atención médica móvil.

**EP5 (Wicks, Stamford, Grootenhuis, & Haverman, 2014) Innovations in e-health**

Este artículo trata sobre cómo e-Health está cambiando el panorama de la atención médica y cómo los cambios emergentes en tecnologías y aplicaciones facilitarán la toma de decisiones clínicas, mejorarán la calidad y la eficiencia de la atención, involucrarán a las personas en la toma de decisiones clínicas y los capacitarán para adoptar comportamientos saludables. También se exploraron consideraciones relacionadas con la propiedad y la privacidad de los datos, el acceso universal a la e-Health, la interactividad entre los diferentes tipos de tecnologías de e-Health y la adaptación de las aplicaciones a las necesidades individuales.

**EP6 (Kamel & Al-Shorbaji, 2014) On the Internet of Things, smart cities and the WHO Healthy Cities**



Este artículo ofrece una breve descripción del Internet de las cosas (IoT) para las ciudades, ofreciendo ejemplos de ciudades inteligentes del siglo XXI impulsadas por IoT para mejorar la calidad de vida a través de medidas que promueven un medio ambiente ecológico y sostenible. Los autores argumentan que las ciudades inteligentes impulsadas por IoT tienen mejores posibilidades de convertirse en ciudades más saludables. La Red de Ciudades Saludables de la Organización Mundial de la Salud (WHO World Health Organization) y las redes nacionales asociadas tienen cientos de ciudades miembros en todo el mundo que podrían beneficiarse y aprovechar el poder de IoT para mejorar la salud y el bienestar de sus poblaciones locales.

**EP7 (Santos & Takako, 2018) Analyzing the availability and performance of an e-health system integrated with edge, fog and cloud infrastructures**

Este artículo propone una arquitectura de monitoreo de e-Health basada en infraestructuras en la nube para manejar y almacenar datos de pacientes. Además, propone modelos estocásticos para analizar la disponibilidad y el rendimiento de dichos sistemas, incluidos modelos para comprender cómo las fallas impactan en la disponibilidad del sistema de e-Health e identificar posibles cuellos de botella.

**EP8 (Chen, Chen, & Cui, 2019) Collaborative and secure transmission of medical data applied to mobile healthcare**

Este artículo propone un esquema de transmisión colaborativo y seguro para transmitir datos médicos de manera segura y eficiente y proporcionar servicios de telemedicina, aligerar la carga en las redes de acceso inalámbrico y mejorar la calidad del tratamiento médico, mediante un esquema de transferencia confiable basado en el esquema “círculo de amigos”, el cual se construye mediante encuentros históricos y características sociales de los pacientes y

doctores. Este esquema toma la política de reenvío de cada paquete por parte de “amigos cercanos” para prevenir efectivamente la participación de extraños, y evitar problemas de privacidad.

### **EP9 (Serrano, Guzman, Xydopoulos, & Tarhini, 2018) Analysis of Barriers to the Deployment of Health Information Systems: a Stakeholder Perspective**

Este artículo argumenta que realizar un análisis junto a los stakeholder de las posibles barreras generadas en un desarrollo proporciona una visión más amplia que analizar las barreras generadas sin los stakeholders. Se utilizan datos de 33 entrevistas en 19 tipos de stakeholders que participaron en un sistema de e-Health para pacientes con enfermedades crónicas. Los hallazgos muestran que el grupo de stakeholders que están directamente relacionadas con la gobernanza y la formulación de políticas identificaron la mayoría de las barreras. Este hallazgo puede implicar que este grupo es más consciente de los desafíos al implementar sistemas de e-Health, o puede sugerir que este grupo presenta más resistencia debido a los modelos económicos y organizativos actuales en la atención médica.

### **3.6 CARACTERÍSTICAS DEL ESTADO DEL ARTE**

El uso de las tecnologías de la información en el área de la medicina ha llegado a tener un gran crecimiento y una gran acogida en todo el mundo, además en los últimos años es notoria la mejora en los procesos de atención, así como en los procesos referentes al manejo de la información y los procesos internos en los centros de salud.

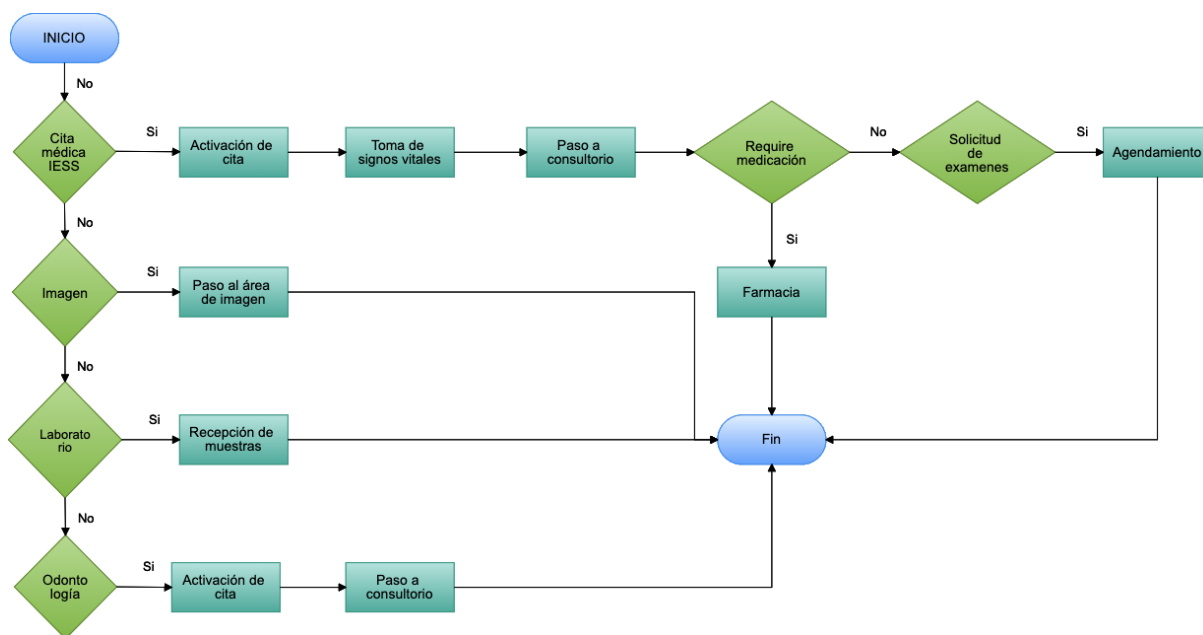
E-Health ha llegado a obtener una gran acogida debido al fácil acceso a tecnologías inalámbricas a través del uso de dispositivos móviles y de la computación en la nube para un óptimo rendimiento y ahorro de recursos.

## CAPÍTULO IV

### SITUACIÓN TECNOLÓGICA ACTUAL Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

#### 4.1 ESTADO ACTUAL Y FUTURO DEL CENTRO DE SALUD

El centro Integral de Salud Asistanet S.A (CISA) al ser parte de la red complementaria de salud del IESS mediante la derivación de pacientes, debido a esto en la actualidad acoge diariamente a una gran cantidad de pacientes los cuales desconocen los procesos para la gestión de turnos, internamente el centro de salud posee un proceso de flujo de pacientes (Ver Figura 6) el cual es indispensable al momento de acudir a las citas médicas y mismo que debe seguirse de manera correcta para obtener una atención adecuada.



**Figura 6.** Flujo de pacientes CISA

Fuente: Centro Integral de Salud Asistanet S.A

El proceso previamente detallado es conocido y manejado únicamente por el personal del CISA, en el cual existen los siguientes procesos principales:

- **Cita médica IESS:** Este proceso está enfocado en las citas médicas programadas por pacientes en las distintas especialidades que dispone el centro

de salud. Este proceso será tomado como principal y será objeto del presente estudio.

- **Imagen:** Este proceso esta enfocado a la toma Rayos-X del paciente con el objetivo de diagnosticar, prevenir o examinar enfermedades.
- **Laboratorio:** Este proceso esta enfocado en la toma, recepción y análisis de muestras biológicas de los pacientes del centro de salud para la detección de enfermedades.
- **Odontología:** Este proceso esta enfocado al diagnostico, prevención y tratamiento de la salud bucal de los pacientes del centro de salud.

En este proceso se puede identificar el estado actual del flujo de pacientes del CISA respecto a la información brindada hacia el paciente referente a consultorios, en base a esta información se debe determinar la manera más adecuada de sintetizar el flujo identificado y poder mostrársela a los pacientes de una manera fácil y amigable mediante el aplicativo móvil.

Adicionalmente el centro de salud para el proceso de administración y gestión de turnos utiliza un documento tipo Excel, el cual debe ser subido manualmente al sistema para poder reflejar los pacientes y turnos derivados desde el IESS, una vez los turnos se encuentran en el sistema los pacientes deben acercarse personalmente al centro de salud para poder activarlos.

#### **4.1.1 Información de consultorios**

La información de los distintos consultorios es proporcionada a los pacientes al momento de llegar al centro de salud en el cual se encuentra personal encargado a la entrada del CISA, dicho personal se encarga de proporcionar la información inicial del centro de salud para posteriormente entregar un turno de atención hacia el modulo de activación de citas médicas, el centro médico al disponer de una sola persona realizando la actividad descrita

llegan a existir cuellos de botella en hora de alta afluencia de pacientes, estos cuellos de botella llegan a ocasionar tiempos de esperas prolongados para los pacientes. En la Figura 7 se puede observar el personal encargado de la entrega de turnos para la activación de citas.



**Figura 7.** Personal encargado de la entrega de turnos (Puerta principal).

Adicionalmente el centro de salud dispone de puntos de atención para pacientes en cada piso, pero debido a que el centro de salud funciona en un edificio de oficinas utilizando los pisos: planta baja, primer piso, segundo piso, quinto piso y noveno piso; los diferentes puntos de atención para pacientes no son de fácil ni rápido acceso para los pacientes (Ver Figura 8).



**Figura 8.** Punto de atención para pacientes.

Finalmente, los pacientes también pueden obtener información de los diferentes consultorios y especialidades del centro de salud mediante la página web<sup>8</sup> del mismo. La página web proporciona información de manera muy general y poco detallada.

#### 4.1.2 Movilidad y Accesibilidad

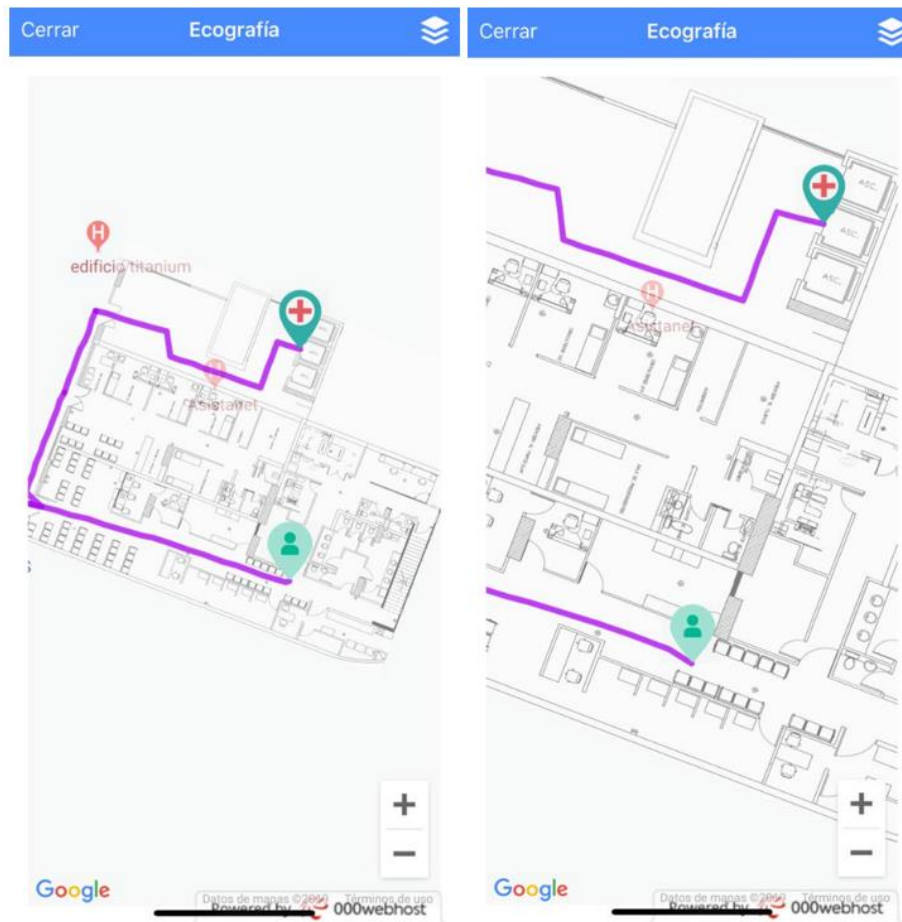
El Centro Integral de Salud Asistanet actualmente posee señalética colocada en las paredes, las cuales proporcionan información a los pacientes respecto a la ubicación de los diferentes consultorios y servicios disponibles en el mismo (Ver Figura 9).



*Figura 9.* Señalética del CISA.

Adicionalmente el centro de salud dispone de un aplicativo de movilidad implementado por un estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Terán, 2019), el presente proyecto plantea como uno de sus objetivos el diseñar y desarrollar una Aplicación Web Progresiva que permita la integración entre los procesos de administración, asignación de citas médicas, y los sistemas de movilidad que posee el centro de salud, por lo cual se deberá integrar con los procesos de movilidad implementados por el Ing. Terán Diego (Terán, 2019) (Ver Figura 10).

<sup>8</sup> Página web CISA: <http://www.asistanet.com.ec/>



**Figura 10.** Aplicativo de movilidad CISA

Fuente: (Terán, 2019)

### 4.1.3 e-Health actual

Actualmente el centro de salud posee únicamente automatizaciones a través de las Tecnologías de Información en el área de movilidad y accesibilidad por lo cual se puede denotar que el estado actual de e-Health en el centro de salud es mínimo, el presente proyecto se enfocará en la automatización de los procesos de asignación y administración de turnos del centro de salud además de la integración a los servicios existentes de e-Health para poder mejorar los procesos de información.

#### 4.1.4 e-Health futuro

El presente proyecto plantea mejorar los procesos de administración y asignación de turnos aplicando las características básicas del e-Health mencionadas en el literal 2.1.1, mismas que se aplicarán de la siguiente manera:

- **Eficiencia:** A través del aplicativo se logrará reducir los tiempos de atención a los pacientes para la asignación de los turnos en los diferentes consultorios del centro de salud.
- **Mejora en la calidad del cuidado de la salud:** Se garantizará un fácil uso de la aplicación orientado tanto a los pacientes como al personal del centro de salud, para poder utilizar de manera optima las instalaciones médicas.
- **Basado en la evidencia:** El presente proyecto incluirá cálculos estadísticos que respalden la optimación en tiempos de atención a los pacientes en el área de administración y asignación de turnos.
- **Empoderamiento de consumidores y pacientes:** El presente proyecto al integrarse con los sistemas actuales, pondrá a la disposición de los pacientes toda la información relacionada a los diferentes servicios y consultorios del centro de salud.
- **Fomentar:** El presente proyecto ayudará a fomentar un nuevo vinculo entre los centros de salud y los pacientes mediante el uso adecuado de las tecnologías de la información, además ayudará a fomentar el uso del e-Health en los centros de salud.
- **Ética:** El presente proyecto siempre mantendrá la privacidad en la información de los pacientes para así evitar el uso indebido de la misma.



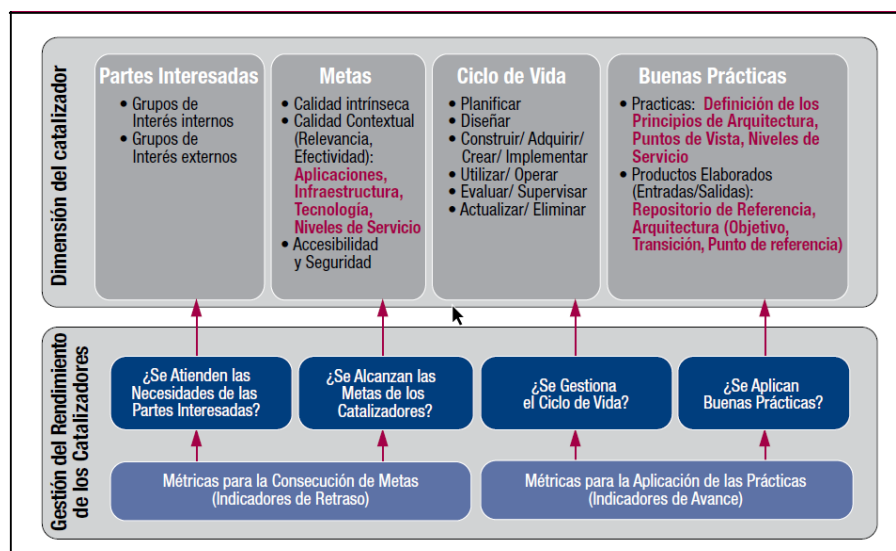
## 4.2 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Para que pueda existir un funcionamiento correcto y adecuado del aplicativo se debe definir una correcta infraestructura de ejecución la cual debe adaptarse a los diferentes principios del e-Health previamente planteados, para esto se plantea tomar como base un de los catalizadores de Cobit 5 mismo que está orientado a los Servicios, Infraestructura y Aplicaciones.

### 4.2.1. CATALIZADOR DE COBIT 5

El catalizador de Cobit 5: servicios, infraestructura y aplicaciones ayuda a generar una correcta implementación de infraestructura y aplicaciones las cuales serán ofertadas como servicios a clientes, en el caso del presente proyecto al Centro de Integral de Salud Asistanet.

Para el presente proyecto serán utilizadas como base las dimensiones del catalizador de servicios, infraestructura y aplicaciones propuestas en Cobit 5, las cuales ayudarán a determinar la infraestructura mas óptima y adecuada para el centro de salud en el cual se desarrollará el aplicativo como prueba del presente proyecto (Ver Figura 11).



**Figura 11.** Dimensiones del catalizador Servicios, Infraestructura y Aplicaciones

Fuente: (ISACA, 2012)

A continuación, se detallan una por una y aplicadas al presente proyecto las diferentes dimensiones del catalizador de servicios, infraestructura y aplicaciones de Cobit 5.

### **Dimensión 1: Partes interesadas**

En la presente dimensión existen dos grupos de interés principales siendo estos el grupo de interés interno y el grupo de interés externo; para el grupo de interés interno se tomará en cuenta al personal del centro de salud, tomando como principales:

- **El área de TI:** Área que provee los servicios informáticos al centro de salud.
- **Administración de turnos:** Área encargada de recibir turnos requeridos por parte del IESS, para posteriormente subirlos al sistema del centro de salud.
- **Atención al cliente:** Área encargada de proporcionar información y guiar a los pacientes del centro de salud.

Para el grupo de interés externo se considerarán a los pacientes del centro de salud, mismo que serán considerados como los principales beneficiarios del presente proyecto el cual mejorara los tiempos de atención en la asignación de turnos y derivación a consultorios médicos, para lo cual es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos claves del planteamiento de una infraestructura adecuada:

- Medios de acceso a internet para los pacientes del centro de salud
- Nivel medio de alfabetización tecnológica.

### **Dimensión 2: Metas**

Esta dimensión comprende el nivel de servicio que se tendrá y el servicio que se brindará, lo cual ayudará a mejorar los procesos internos de negocio. Por lo cual el presente aplicativo deberá tener una alta disponibilidad y facilidad de acceso para toda la comunidad del Centro Integral de Salud Asistanet, lo cual incluye tanto a pacientes como a personal de

dicho centro. Al tomar en cuenta las bases del presente catalizador de Cobit 5, lo mas óptimo es implementar un modelo web alojado en la nube para así evitar implementaciones costosas en servidores propios, además de que una aplicación alojada en la nube ayudará a generar un mayor rendimiento y una mejor disponibilidad del aplicativo.

### **Dimensión 3: Ciclo de vida**

Para este ciclo se tomará en cuenta el método de implementación del servicio a nivel de infraestructura además de la capacidad de este, de tal manera que no se vean afectadas las implementaciones previamente realizadas ni la experiencia del usuario. Dado que el presente aplicativo será un servicio para toda la comunidad del Centro Integral de Salud Asistanet, el mismo deberá combinarse y adaptarse a las aplicaciones destinadas a la mejora de los procesos de salud previamente implementadas, lo cual ayudará a mejorar la innovación de dichos procesos tomando como base el m-Health.

### **Dimensión 4: Buenas prácticas**

Para esta dimensión Cobit 5 sugiere el uso de cinco principios para el diseño de la infraestructura, siendo estos los siguientes: reutilización, comprar frente a construir, simplicidad, agilidad y apertura. Para el presente proyecto se consideran como mas adecuados los siguientes principios:

- **Reutilización:** Al tener recursos comunes entre varios componentes del aplicativo y al aprovechar la infraestructura previamente implementada para los servicios movilidad (Terán, 2019).
- **Comprar frente a construir:** Al existir en el mercado soluciones que representen un menor costo que un desarrollo/implementación interna, es mejor optar por estas.

- **Simplicidad:** La mantenibilidad del aplicativo no debe representar un alto impacto ni complejidad en caso de ser necesario realizar cambios.
- **Agilidad:** El aplicativo será desarrollado de una manera ágil mediante el uso de la metodología de desarrollo Mobile-D ya que dicha metodología presenta iteraciones cortas.

#### 4.2.2. ADECUADA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Una vez realizado el análisis correspondiente al catalizador de Servicios, Infraestructura y aplicaciones recomendada por Cobit 5 se llegó a identificar características que permitan establecer una infraestructura tecnológica óptima para el presente proyecto. El presente proyecto al ser un servicio el cual estará enfocado a los pacientes y a al personal del Centro Integral de Salud Asistanet se debe priorizar los siguientes aspectos:

- Debido a que el acceso a internet es un requisito para el correcto funcionamiento de la aplicación es necesario que el centro de salud disponga de una red wifi abierta para que los pacientes que no posean el servicio de datos móviles puedan utilizar la misma.
- El nivel de alfabetización tecnología para el uso del aplicativo propuesto debe ser de un nivel medio, debido a que dicho aplicativo se mantendrá en un entorno web híbrido (PWA).

Al tomar en cuenta los aspectos previamente mencionados se podrá ofrecer de manera adecuada los servicios del aplicativo a la comunidad del centro de salud, para la cual lo mas adecuado sería desplegar la interfaz del prototipo en un entorno web para que pueda ser accedida mediante los dispositivos móviles de los pacientes independientemente del tipo de

dispositivo y de la red para el acceso a internet mediante una URL, o en su defecto, mediante la lectura de un código QR el cual permitirá navegar a la pagina del aplicativo.

Al analizar los principios de la dimensión de buenas prácticas, se considera a la reutilización como un factor importante para reducir costos en recursos, por lo cual es necesario que los diferentes servicios REST del aplicativo sean accesibles a través de internet mediante el uso de servidores en la nube propios del centro de salud, en caso de que el centro de salud disponga de ellos, destinados al procesamiento de información interna.

Dentro del principio de compra frente a construir se puede llegar a establecer que para el despliegue de la interfaz del aplicativo es mejor adquirir un servicio de hosting ya que el mismo ahorrará el proceso de implementación de un servidor web y el proceso de adquisición de certificado SSL<sup>9</sup> para garantizar el uso del protocolo HTTPS el cual es necesario como se explica en el punto 2.1.5 del presente proyecto.

Finalmente, en la Tabla 5 se puede observar una pequeña recopilación de los diferentes requerimientos de infraestructura tecnológica.

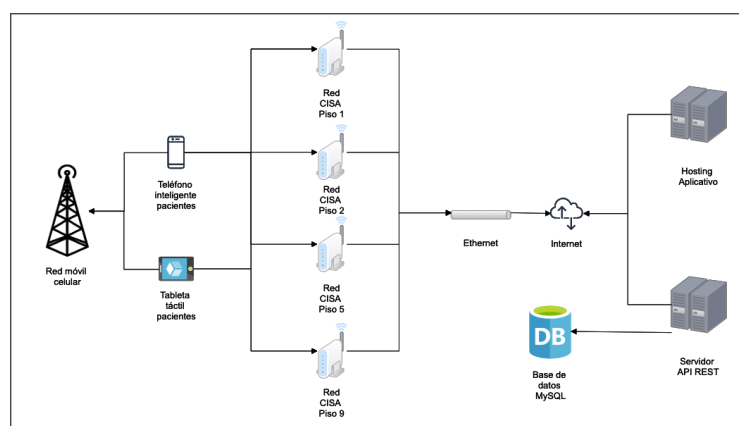
---

<sup>9</sup> Certificado SSL: Protocolo para navegadores web y servidores que permite la autenticación, encriptación y desencriptación de datos enviados a través de Internet

**Tabla 5.***Infraestructura tecnológica*

Requerimiento	Descripción
Red wifi abierta	Brindará acceso a internet a los pacientes que no dispongan de servicio de datos móviles.
Servidor del centro de salud	Contará con servicios REST para la consulta de información a la base de datos, misma que será enviada al aplicativo.
Servicio de hosting	Facilitará el despliegue de la interfaz web, así como la implementación de un certificado SSL para garantizar el uso de protocolo HTTPS.

En la Figura 12 se detalla el diagrama de infraestructura tecnológica propuesto, dicha infraestructura consta de un hosting mismo que será el encargado de alojar el aplicativo web, un servidor para el API REST. La conexión hacia los servidores será mediante internet y los pacientes podrán acceder a internet a través de la red interna del centro de salud ubicada en los pisos uno, dos, cinco y nueve o a través de una red móvil de datos.

**Figura 12.** Diagrama de infraestructura propuesto

## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO Y DESARROLLO DEL APLICATIVO**

El presente proyecto se utilizará la metodología de desarrollo Mobile-D descrita en el literal 2.2.2 del presente proyecto, para lo cual se ejecutarán los distintos procesos del ciclo de vida de dicha metodología, que permitan desarrollar aplicativo del presente proyecto en menor tiempo posible además de generar resultados óptimos en las pruebas de dicho aplicativo.

El aplicativo que se plantea desarrollar se deberá integrar a los sistemas de movilidad actuales los cuales fueron previamente implementados por el Ing. Terán Diego en el centro Integral de Salud Asistanet (Terán, 2019), el presente aplicativo mejora la propuesta original mediante un enfoque en la administración y gestión de turnos para promover el uso de e-Health en el centro de salud. Obteniendo como resultado una mejor autonomía en la administración y gestión de turnos y mejorando el acceso a los diferentes servicios, lo cual permitirá disminuir significativamente el ausentismo y tiempos de retrasos en las citas médicas. Para el presente proyecto se ha optado por utilizar PWA (ver literal 2.1.5), para lo cual es necesario un servicio de hosting el cual alojará el aplicativo, y un servidor API REST el cual permitirá ejecutar los servicios web a través de la nube.

#### **5.1. FASE DE EXPLORACIÓN**

En la metodología Mobile-D en la fase de exploración se debe definir las diferentes características iniciales del proyecto, es decir las funcionalidades del aplicativo, mismos que serán definidos a través de requisitos funcionales; así como también se deben definir los diagramas UML del aplicativo. A continuación, se detallan los diferentes requisitos funcionales del aplicativo.

### 5.1.1. Requisitos funcionales del aplicativo

Los requisitos planteados serán descritos desde la Tabla 6 hasta la Tabla 12:

**Tabla 6.**

*Requisito funcional 1*

Propiedad	Detalle
Id. del requerimiento	ERGOCM-001
Nombre del requerimiento	Leer identificación paciente
Actor	Paciente
Descripción	El aplicativo debe leer el código de barras de la identificación del paciente mediante el uso de la cámara del dispositivo móvil.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación del paciente</li> </ul>
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información de citas médicas</li> </ul>
Proceso	1. Leer el código de barras de la identificación del paciente.
Precondiciones	Seleccionar la pestaña “Citas Médicas” y dar click en el botón “Escanear Cédula”.
Post condiciones	Se permitirá desplegar las citas médicas asociadas al paciente.
Efectos Colaterales	En caso de que existan fallos o interrupciones de red que eviten el acceso a los diferentes servicios REST no se podrá mostrar la información requerida.

**CONTINÚA**



<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta
------------------------------------	------

**Tabla 7.***Requisito funcional 2*

<b>Propiedad</b>	<b>Detalle</b>
<b>Id. del requerimiento</b>	ERGOCM-002
<b>Nombre del requerimiento</b>	Desplegar citas médicas
<b>Actor</b>	Aplicativo
<b>Descripción</b>	El aplicativo debe desplegar las citas médicas disponibles del paciente.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación del paciente</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de citas médicas</li> </ul>
<b>Proceso</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) El aplicativo recibe la identificación del paciente</li> <li>2) El aplicativo obtiene las citas médicas disponibles del paciente</li> <li>3) El aplicativo despliega una lista de citas médicas disponibles</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haber obtenido la identificación del paciente</li> <li>• El paciente debe tener una cita médica</li> </ul>

**CONTINÚA**

<b>Post condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ninguna</li> </ul>
<b>Efectos Colaterales</b>	En caso de no existir una cita médica se mostrará un mensaje en el cual se indique que el paciente no dispone de citas médicas.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 8.***Requisito funcional 3*

<b>Propiedad</b>	<b>Detalle</b>
<b>Id. del requerimiento</b>	ERGOCM-003
<b>Nombre del requerimiento</b>	Activar cita
<b>Actor</b>	Aplicativo
<b>Descripción</b>	El aplicativo debe activar la cita del paciente.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cita médica seleccionada</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Activación de cita</li> </ul>
<b>Proceso</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>El aplicativo recibe el id de la cita médica</li> <li>El aplicativo activa la cita médica</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haber seleccionado una cita médica.</li> <li>Haber seleccionado activar cita médica</li> </ul>

**CONTINÚA**

<b>Post condiciones</b>	Se desplegará información de la dependencia y cita médica correspondiente.
<b>Efectos Colaterales</b>	En caso de que existan fallos o interrupciones de red que eviten el acceso a los diferentes servicios REST no se podrá mostrar la información requerida.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 9.***Requisito funcional 4*

<b>Propiedad</b>	<b>Detalle</b>
<b>Id. del requerimiento</b>	ERGOCM-004
<b>Nombre del requerimiento</b>	Mostrar información cita
<b>Actor</b>	Paciente
<b>Descripción</b>	El aplicativo debe mostrar la información de la cita médica y la dependencia correspondiente.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cita médica seleccionada</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de cita médica y dependencia desplegadas en la pantalla</li> </ul>

**CONTINÚA**

<b>Proceso</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Recibir la cita médica activada</li> <li>2) Desplegar información de cita médica y dependencia: logo, nombre dependencia, nombre y contacto (teléfono, e-mail) del encargado de la dependencia, hora y fecha de la cita médica.</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haber activado una cita médica.</li> </ul>
<b>Post condiciones</b>	El aplicativo generará una opción para que el paciente pueda entrar a la opción de generación de ruta hacia la dependencia descrita
<b>Efectos Colaterales</b>	En caso de que existan fallos o interrupciones de red que eviten el acceso a los diferentes servicios REST no se podrá mostrar la información requerida.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Alta

**Tabla 10.***Requisito funcional 5*

<b>Propiedad</b>	<b>Detalle</b>
<b>Id. del requerimiento</b>	ERGOCM-005
<b>Nombre del requerimiento</b>	Mostrar secciones
<b>Actor</b>	Paciente <b>CONTINÚA</b>

<b>Descripción</b>	Una vez que el usuario haya seleccionado la pestaña principal, el aplicativo se encargará de desplegar las diferentes secciones que el centro de salud posea.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de secciones</li> </ul>
<b>Proceso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aplicativo recupera las secciones del centro de salud</li> </ul>
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haber ingresado al aplicativo</li> </ul>
<b>Post condiciones</b>	Ninguna
<b>Efectos Colaterales</b>	En caso de que existan fallos o interrupciones de red que eviten el acceso a los diferentes servicios REST no se podrá mostrar la información requerida.
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Media

**Tabla 11.***Requisito funcional 6*

Propiedad	Detalle
Id. del requerimiento	ERGOCM-006
Nombre del requerimiento	Mostrar dependencias
Actor	Paciente
Descripción	Una vez que el paciente seleccione una sección el aplicativo se encargará de desplegar las diferentes dependencias de la sección.
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar una sección</li> </ul>
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de dependencias pertenecientes a la sección seleccionada</li> </ul>
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Seleccionar la sección requerida</li> <li>2) Visualizar la lista de dependencias pertenecientes a la sección seleccionada</li> </ol>
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haber seleccionado una sección</li> </ul>
Post condiciones	El paciente podrá seleccionar la dependencia de su interés para poder obtener información de esta.
Efectos Colaterales	Ninguno

**CONTINÚA**

<b>Prioridad del requerimiento</b>	Media
------------------------------------	-------

**Tabla 12.***Requisito funcional 7*

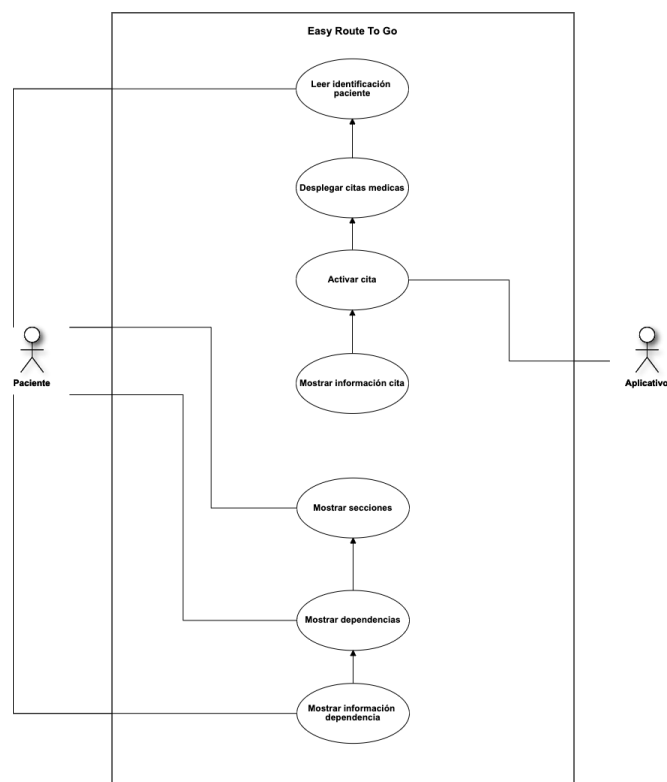
<b>Propiedad</b>	<b>Detalle</b>
<b>Id. del requerimiento</b>	ERGOCM-007
<b>Nombre del requerimiento</b>	Mostrar información de dependencia
<b>Actor</b>	Paciente
<b>Descripción</b>	Una vez que el paciente seleccione una dependencia el aplicativo deberá mostrar la siguiente información: logo, descripción, encargado e información de contacto de la dependencia.
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar una dependencia en la lista de dependencias.</li> </ul>
<b>Salidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de la dependencia.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Seleccionar una dependencia</li> <li>2) Generar la siguiente información: logo, descripción breve de la dependencia, nombre y contacto (teléfono, e-mail) del encargado de la dependencia.</li> </ol>
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haber seleccionado una dependencia</li> </ul>

**CONTINÚA**

<b>Post condiciones</b>	El aplicativo generará una opción para que el paciente pueda entrar a la opción de generación de ruta hacia la dependencia descrita
<b>Efectos Colaterales</b>	Ninguno
<b>Prioridad del requerimiento</b>	Media

### 5.1.2. Diagrama de casos de uso

En base a los requisitos funcionales detallados en la sección 5.1.1 del presente proyecto se crea el diagrama de casos de uso del aplicativo, en el cual se detallan los actores, las funcionalidades y el flujo de ejecución que se desarrollará en dicho aplicativo (Ver Figura 13).



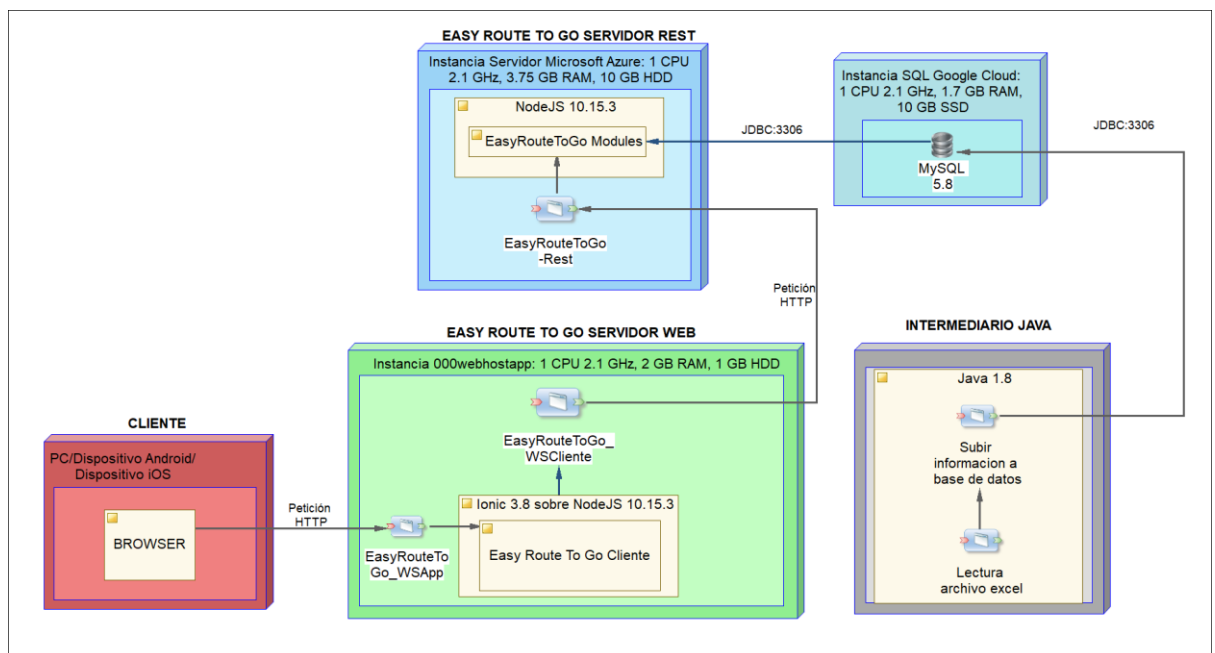
*Figura 13.* Diagrama de casos de uso del aplicativo



En el presente aplicativo de generaron casos de uso que se pueden seccionar en dos flujos lineales, el primero en los casos de uso: Leer identificación paciente, Desplegar citas médicas, Activar cita y Mostrar información cita el segundo flujo estaría conformado por: Mostrar secciones, Mostrar dependencias y Mostrar información dependencia.

### 5.1.3. Diagrama de arquitectura

El aplicativo utilizará una arquitectura distribuida según lo especificado por los autores (Bharat Peddi, Yassine, & Shirmohammadi, 2015) en la cual parte del servidor será el encargado de ejecutar los servicios web REST que facilitarán la comunicación entre las diversas plataformas que se manejarán. Como se menciona anteriormente el aplicativo será de tipo PWA, mismo que trabaja de manera híbrida consumiendo recursos web y recursos nativos de los dispositivos móviles (Ver Figura 14).



*Figura 14.* Diagrama de arquitectura

En el diagrama de arquitectura se encuentra detallado las diferentes tecnologías y características de los servidores y aplicaciones utilizadas en el presente aplicativo. A

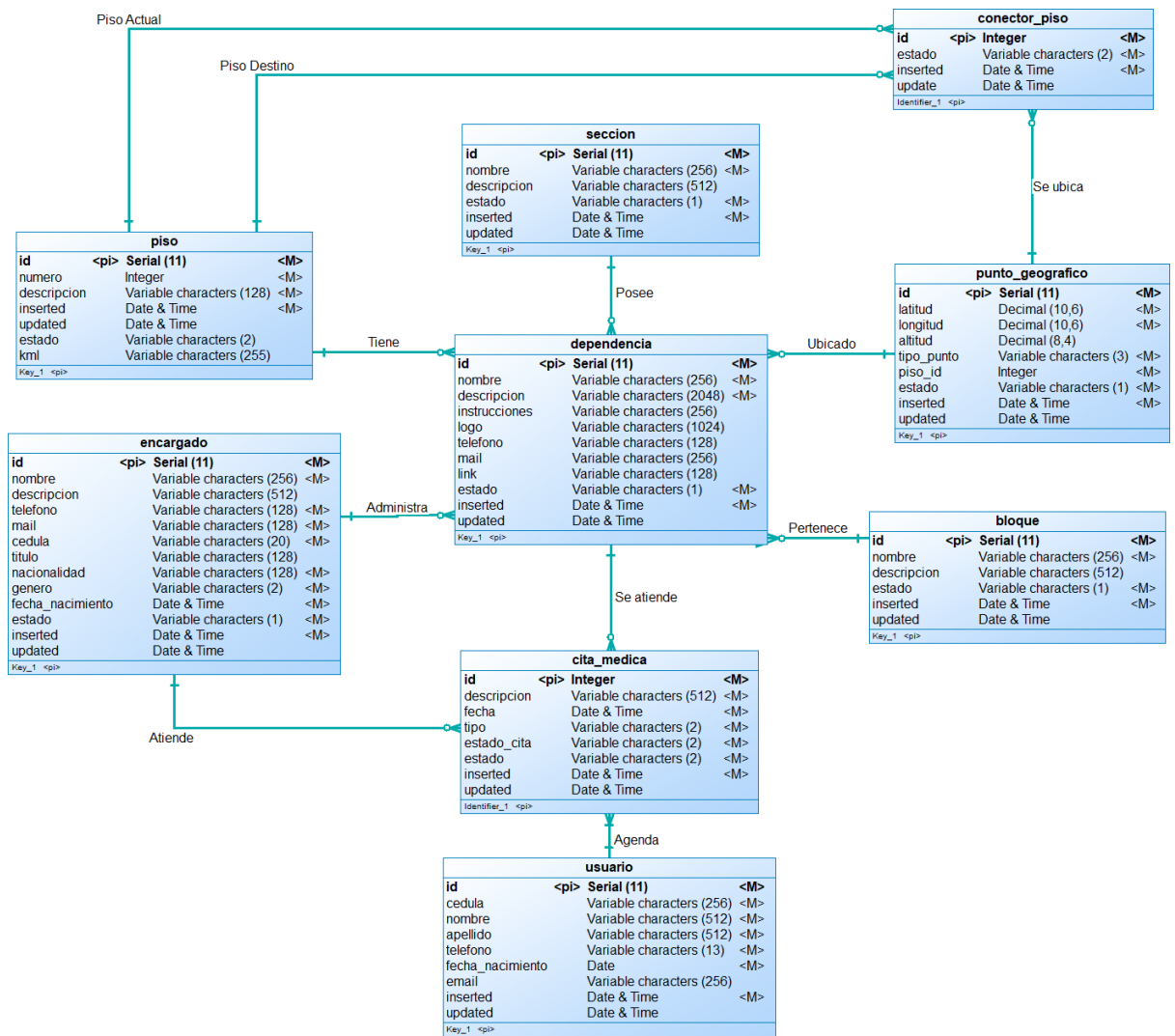
continuación, se describen cada uno; la base de datos estará alojada en un servidor tipo PaaS, el cual se encuentra implementado en la plataforma “Google Cloud Platform” utilizando una licencia gratuita para estudiantes, dicha base de datos será la encargada de almacenar la información del Centro Integral de Salud Asistanet usada por el aplicativo. Dicha información de la base de datos será recuperada por el servidor backend, mismo que será desarrollado en NodeJS e implementado en la plataforma “Microsoft Azure”, dicho servidor será el encargado de exponer todos los servicios web REST necesarios para que el aplicativo PWA desarrollado en Ionic pueda acceder a la información.

Existe un intermediario creado en Java el cual se encargará de leer el archivo de tipo Excel (.xlsx) que contiene la información de los pacientes y citas asignadas por parte del IESS, posterior a la lectura se encargará de subir dicha información a la base de datos implementada en la plataforma “Google Cloud Platform”.

El aplicativo al ser desarrollado con el framework Ionic trabajará sobre angular, permitiendo así acceder a los servicios REST mediante peticiones HTTPS, mismos que recuperarán la información de la base de datos para así poder ser presentada respecto al modelo planteado. Finalmente, el aplicativo será alojado en un hosting gratuito, lo cual permitirá facilitar el acceso a este mediante una URL, mismo que podrá ser ejecutado desde cualquier navegador de internet independientemente del sistema operativo.

#### **5.1.4. Modelo conceptual de la base de datos**

El modelo de base de datos fue realizado en base al modelo conceptual propuesto por el Ing. Terán Diego (Terán, 2019), mismo que fue mejorado para poder integrar el presente proyecto de administración y gestión de turnos junto al proyecto de movilidad, de manera que sea comprensible y de alta utilidad (Ver Figura 15).



**Figura 15.** Modelo conceptual de la base de datos del aplicativo

Como se puede observar en la figura del modelo conceptual el cual relaciona las diferentes tablas para el almacenamiento de la información necesaria para el funcionamiento del aplicativo, mismas que serán detalladas a continuación:

- **Sección:** Tabla encargada de almacenar la información de las diferentes áreas médicas del centro de salud, misma que será desplegada en el aplicativo.
- **Dependencia:** Tabla encargada de almacenar la información de los distintos consultorios del centro médico, misma que será desplegada en el aplicativo.

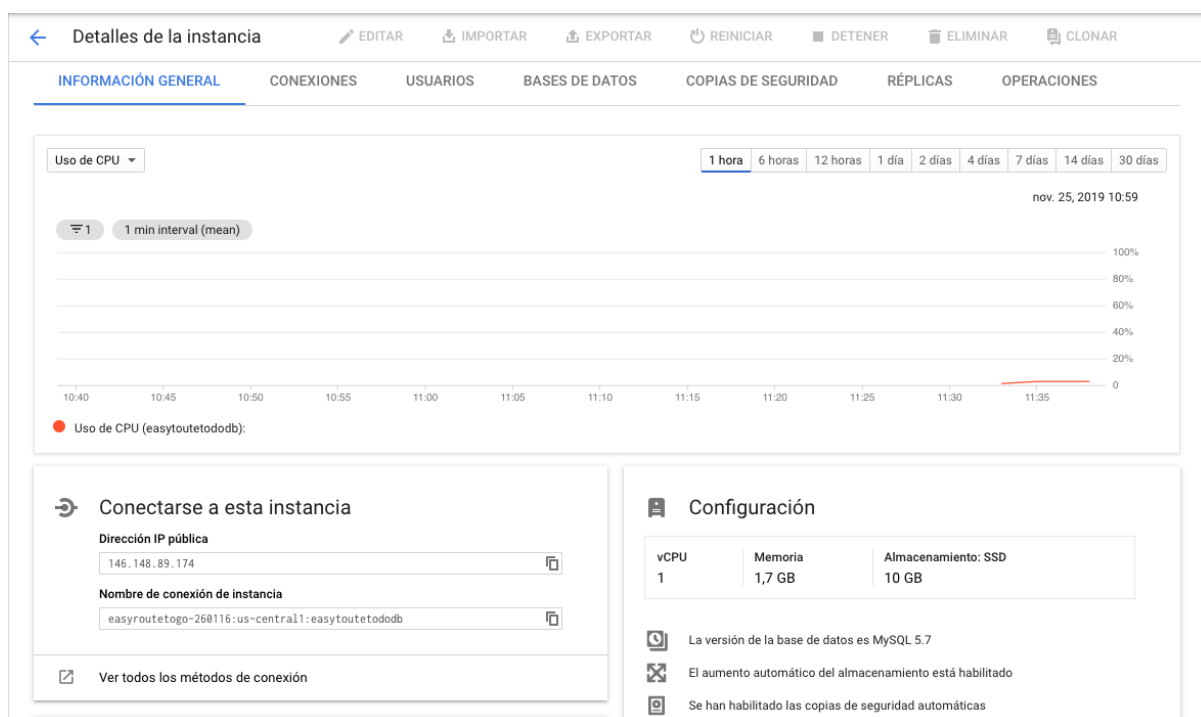
- **Piso:** Tabla encargada de almacenar los diferentes pisos del centro de salud, dicha información es utilizada para los servicios de movilidad implementados por el Ing. Terán Diego (Terán, 2019).
- **Bloque:** Tabla encargada de almacenar la información de los bloques o edificios en los cuales se encuentran las diferentes dependencias, en este caso almacenara un solo registro perteneciente al edificio del Centro Integral de Salud Asistanet Matriz Norte.
- **Punto geográfico:** Tabla encargada de almacenar los diferentes puntos geográficos del centro de salud, dicha información es utilizada para los servicios de movilidad implementados por el Ing. Terán Diego (Terán, 2019).
- **Conector piso:** Tabla encargada de almacenar información de los diferentes puntos de acceso existente en un piso hacia otros pisos del centro de salud, dicha información es utilizada para los servicios de movilidad implementados por el Ing. Terán Diego (Terán, 2019).
- **Encargado:** Tabla encargada de almacenar información del personal encargado de los diferentes consultorios del centro médico, misma que será desplegada en el aplicativo.
- **Cita médica:** Tabla encargada de almacenar información de las diferentes citas médicas del centro de salud, misma que servirá para realizar los procesos de activación de citas médicas.
- **Usuario:** Tabla encargada de almacenar información de los pacientes del centro de salud, misma que servirá en el proceso de asignación y activación de citas médicas.

## 5.2. FASE DE INICIACIÓN

Para esta etapa del desarrollo del aplicativo es necesario seleccionar los diferentes recursos requeridos junto con el uso que se les dará a cada uno de estos recursos dentro la arquitectura planteada en la sección 5.1.3 del presente proyecto.

### 5.2.1. Servidor de base de datos

Para el presente proyecto el servidor de bases de datos será implementado en la nube mediante PaaS con licencia gratuita de estudiantes en “Google Cloud Platform”. Es necesario la implementación en la nube ya que por solicitud del Centro Integral de Salud Asistanet no se pueden realizar implementaciones en los servidores internos, además de seguir el principio de comprar frente a construir detallado en la sección 4.2.1 del presente proyecto. El servicio proveído por “Google Cloud Platform” en la sección SQL permite implementar bases de datos con el motor MySQL. Mediante el uso de este servicio PaaS se logra tener un acceso a los datos desde cualquier aplicativo externo mediante configuraciones sencillas y obteniendo un control total a base de datos mediante una IP publica (Ver figura 16).



**Figura 16.** Panel de administración SQL de Google Cloud Platform

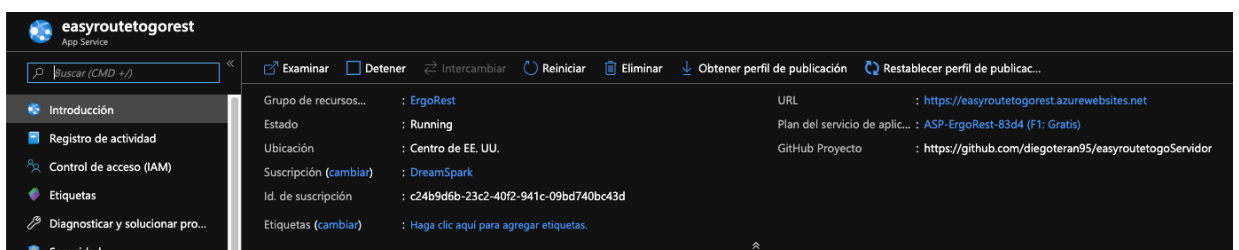
Como se detalla en la Figura 16, para la base de datos se creó una instancia en la plataforma Google Cloud Platform con las siguientes características: 1 CPU, 1.7GB de

memoria RAM y 10GB de almacenamiento, considerando estos aspectos como los más óptimos para el correcto funcionamiento del prototipo inicial del aplicativo.

### 5.2.2. Servidor API REST

El manejo de la información almacenada en la instancia de base de datos de Google Cloud Platform se lo realizará mediante el uso de Servicios Web REST para poder brindar una mayor seguridad en las peticiones a realizarse ya que estas no interactuarán directamente con la base de datos, además de poseer mayor modularidad. El desarrollo de este servidor de Servicios Web REST será realizado en NodeJS debido a su baja complejidad de implementación y un bajo consumo de recursos.

Para un correcto funcionamiento del framework Ionic es necesario realizar las peticiones bajo protocolo HTTPS y debido a que el Centro Integral de Salud Asistanet no permite implementaciones en los servidores internos se utilizará la plataforma de Microsoft Azure con licencia gratuita de estudiantes, se ha seleccionado esta plataforma ya que en su apartado de App Services permite implementar de manera fácil programas basados en NodeJS, la implementación se la realiza únicamente subiendo un archivo comprimido de tipo .zip del código fuente. Se creó una instancia con las siguientes características: 1 CPU de 2.1 Ghz, 3.75 GB de RAM, 10 GB de almacenamiento, considerando que estos aspectos son los más adecuados para un ambiente de pruebas iniciales del aplicativo (Ver Figura 17).



**Figura 17.** Panel de control App Services de Microsoft Azure

Mediante el uso de la plataforma Microfost Azure se desplegó en una dirección web proporcionada por la plataforma los servicios web REST, adicionalmente este se ejecuta por defecto bajo protocolo HTTPS lo cual es algo indispensable para la correcta ejecución y funcionamiento del consumo de servicios web REST en el aplicativo PWA.

### **5.2.3. Aplicativo Móvil**

El aplicativo al ser de tipo PWA será desarrollado mediante el uso del framework Ionic. Para su implementación será necesario instalar NodeJs Server ya que las aplicaciones tipo PWA se ejecutan sobre esta plataforma. Para la escritura del código fuente se puede utilizar cualquier IDE de desarrollo que soporte NodeJs, en este caso se utilizará VisualCode ya que es de tipo OpenSource y tiene soporte para TypeScript, lo cual ayudará a tener un proyecto modular además de tener un código fuente alineado.

Para la ejecución del aplicativo a través de la web es necesario tener un hosting que trabaje sobre HTTPS, por lo cual se llegó a elegir un hosting gratuito que se adapte de mejor manera al aplicativo inicial que será desarrollado, después de realizar una búsqueda entre los diferentes proveedores de hosting ofertados en internet se llegó a seleccionar el hosting “000webhostapp”, debido a que este ofrece una disponibilidad del 98% además de las características mas adecuadas para el aplicativo las cuales son:

- 1 CPU de 2.1GHz
- 2GB de memoria RAM
- 1GB de almacenamiento en disco tipo HDD
- 10GB de ancho de red.

Considerando que estos aspectos son los más adecuados para un ambiente de pruebas iniciales del aplicativo.

### 5.3. FASE DE PRODUCCIÓN

Según la metodología de desarrollo Mobile-D, esta fase puede ser dividida en N iteraciones para el desarrollo de las diferentes funcionalidades de manera individual del aplicativo hasta conseguir la estabilidad de estas, una vez obtenida dicha estabilidad en la siguiente fase se puede proceder con la integración. Para el presente proyecto se dividirán las iteraciones en tres principales grupos, el desarrollo del servidor API REST, el desarrollo de la aplicación web progresiva (PWA) y el desarrollo del gestor java para administración de las citas médicas.

#### 5.3.1. Desarrollo del servidor API REST

El servidor API REST será el aplicativo que proveerá los servicios web REST para el manejo de la información de la base de datos, será desarrollado en NodeJS debido a que posee una gran versatilidad y rapidez tanto en el desarrollo como en la implementación. Dentro de las librerías que se utilizarán el aplicativo se pueden destacar dos librerías:

- **Express:** Esta librería será utilizada para la ejecución de Servicios Web a través del protocolo HTTP.
- **Cors:** Esta librería será utilizada para poder habilitar las conexiones externas.

Para la obtención de datos se utilizarán modelos de datos mismos que serán divididos en cinco principales, estos modelos tendrán los métodos necesarios para obtener toda la información necesaria de la forma mas adecuada, siendo estos: Secciones, Dependencias, Piso, Cita Médica y Usuario. La implementación de cada modelo se la realizará según lo descrito en la Figura 18.



```

1  var http = require('http');
2  var mysql = require('mysql');
3  var con = mysql.createConnection({
4    host: "146.148.89.174",
5    user: "root",
6    password: "Ergo112358.",
7    database: "easyroutetogo",
8    port: "3306"
9  });
10
11  con.connect(function (err) {
12    if (err) throw err;
13  });
14
15  function getDependenciaPorId(getDependenciaPorIdCallBack, id) {
16    con.query("SELECT * FROM DEPENDENCIA WHERE ID=" + id + " AND ESTADO='A'", function (err, result, fields) {
17      if (err) throw err;
18      getDependenciaPorIdCallBack(null, result);
19    });
20  }

```

*Figura 18.* Modelo de implementación de Dependencia

Todos los modelos del presente aplicativo tendrán una implementación similar, en el cual se generará inicialmente una conexión con la base de datos y posteriormente se crearán los diferentes métodos de extracción de datos. Es importante aclarar que todos los métodos creados en el modelo deberán ser exportados para que estos se puedan ver reflejados y se puedan ser utilizados por los diferentes servicios REST creados en archivo principal del proyecto (Archivo index.js) (Ver Figura 19).

```

1  var http = require('http');
2  var express = require('express');
3  var app = express();
4  var bodyParser = require('body-parser');
5  const querySeccion = require('./querySeccion');
6  const queryDependencia = require('./queryDependencia');
7  const queryPuntoGeografico = require('./queryPuntoGeografico');
8  const queryPiso = require('./queryPiso');
9  var cors = require('cors');
10
11  // use it before all route definitions
12  app.use(cors({ origin: 'http://localhost:8100' }));
13  app.use(bodyParser.json());
14
15  app.all('*', function (req, res, next) {
16    res.header("Access-Control-Allow-Origin", "*");
17    res.header("Access-Control-Allow-Headers", "X-Requested-With");
18    res.header('Access-Control-Allow-Headers', 'Content-Type');
19    next();
20  });
21
22  app.get('/dependenciaRecurso/obtenerDependencia/:idSeccion', function (req, res) {
23    var jsonObj;
24    var idSeccion = req.params.idSeccion;
25    queryDependencia.getDependenciaPorSeccion(function (err, result) { res.send(result) }, idSeccion);
26    //res.send(querySeccion.getAll());
27  });
28

```

*Figura 19.* Archivo index.js del proyecto en NodeJS

Debido a que en el presente proyecto se optó por utilizar NodeJS para la implementación de los distintos servicios REST, la implementación de estos se los puede realizar de una manera sencilla, tomando en cuenta que se deben importar los archivos de los diferentes módulos, mismos que contiene los diferentes métodos de consulta de información a la base de datos. También es indispensable utilizar la librería “Cors”, ya que esta librería se encarga de exponer los servicios REST a la web. Finalmente, es necesario implementar estos servicios según los métodos creados en cada modulo.

### 5.3.2. Desarrollo de la aplicación web progresiva

El proyecto constará de 8 pantallas, de las cuales 4 serán nuevos desarrollos del presente proyecto, 3 serán mejoradas y una será tomada del proyecto implementado por el Ing. Terán Diego (Terán, 2019). La primera pantalla tendrá dos pestañas de las cuales, en la primera pestaña se podrá seleccionar secciones y dependencias de manera manual para obtener información, en la segunda pestaña se tendrá la opción para la activación de las citas médicas, en la Figura 20 se detalla el proceso para la creación de pestañas:

```
<ion-content padding>
  <ion-tabs>
    <ion-tab [root]="seccion" tabTitle="Principal" tabIcon="home">
      </ion-tab>
    <ion-tab [root]="escaneoCedula" tabTitle="Citas Médicas" tabIcon="medkit">
      </ion-tab>
    </ion-tabs>
  </ion-content>
```

*Figura 20.* Código de diseño de pestañas

Para la pantalla de escaneo de identificación del paciente se debe crear un componente de escaneo de código de barras, para lo cual se utilizará la librería “barcode-scanner” misma que provee facilidades para la creación de este componente. Este componente posteriormente enviará la información obtenida del código de barras para poder ser procesada (Ver Figura 21).

```

export class EscaneocedulaPage {
  barcodeScannerOptions: BarcodeScannerOptions;
  public urlImg: String = AppSettings.IMG;
  constructor(public navCtrl: NavController, public navParams: NavParams,
    private barcodeScanner: BarcodeScanner) {
    this.barcodeScannerOptions = {
      showTorchButton: true,
      showFlipCameraButton: true
    };

    this.urlImg = this.urlImg.concat("logo_asistanet.png");
  }
}

```

**Figura 21.** Código para escaneo de identificación del paciente

Existen varias pantallas en las cuales se despliegan listas como por ejemplo las pantallas de Citas, Secciones y Dependencias, en la Figura 22 se detalla el proceso para la creación de dichas listas.

```

<ion-list style="margin-top: 5;">
  <ion-item text-wrap *ngFor="let cita of citaService.citasPaciente" (click)="mostrarCita(cita)">
    <ion-icon name="medical" item-start></ion-icon>
    <h2>{{cita.descripcion}}</h2>
    <p>Fecha: {{cita.fecha.split(' ')[0]}}</p>
    <p>Hora: {{cita.fecha.split(' ')[1]}}</p>
  </ion-item>
</ion-list>

```

**Figura 22.** Código de diseño de la pantalla citas médicas

Como se puede observar en la figura anterior para agregar listas se utiliza el TypeScript mismo que es utilizado por Ionic, para poder realizar estas listas es necesario especificar el arreglo de objetos de los cuales se tomará la información, así como los datos a mostrarse, en este caso serán la descripción, la fecha y la hora de la cita médica.

Para las pantallas de información de cita médica y dependencia recibirán un objeto de tipo cita médica o dependencia respectivamente y se desplegará la información correspondiente de cada una (Ver Figura 23).

```

<ion-card>
  <img [src]="urlImg" width="25%" height="25%" />
  <ion-card-content>
    <ion-card-title>
      {{dependenciaService.dependenciaCita.nombre}}
    </ion-card-title>
    <br>
    <p class="parrafo" [innerHTML]="cita.descripcion">
    </p>
  </ion-card-content>
</ion-card>
<ion-card>
  <ion-fab center>
    <button ion-fab disabled>
      <ion-icon name="contact"></ion-icon>
    </button>
  </ion-fab>
  <ion-card-content>
    <br>
    <br>
    <ion-item text-wrap>
      <ion-icon name="person" item-start small></ion-icon>
      <ion-label>{{dependenciaService.dependenciaCita.encargado}}</ion-label>
    </ion-item>
    <ion-item text-wrap>
      <ion-icon name="calendar" item-start small></ion-icon>
      <ion-label>{{cita.fecha.split(" ")[0]}}</ion-label>
    </ion-item>
    <ion-item text-wrap>
      <ion-icon name="time" item-start small></ion-icon>
      <ion-label>{{cita.fecha.split(" ")[1]}}</ion-label>
    </ion-item>
    <ion-item text-wrap>
      <ion-icon name="call" item-start small></ion-icon>
      <ion-label>{{dependenciaService.dependenciaCita.telefono}}</ion-label>
    </ion-item>
    <ion-item text-wrap>
      <ion-icon name="mail" item-start small></ion-icon>
      <h2>{{dependenciaService.dependenciaCita.mail}}</h2>
      <p>{{dependenciaService.dependenciaCita.link}}</p>
    </ion-item>
  </ion-card-content>
</ion-card>

```

*Figura 23.* Código de diseño de pantalla de información de cita médica

### 5.3.3. Desarrollo de la aplicación de carga de documentos Excel

Este aplicativo será el cargado de leer el archivo Excel generado con la información de pacientes y citas asignadas al Centro Integral de Salud Asistanet por parte del IESS, para posteriormente ingresar dicha información en las tablas respectivas de la base de datos a ser utilizada. Este aplicativo será desarrollado como una aplicación java de tipo escritorio ya que por requerimiento del Centro Integral de Salud Asistanet, dicha aplicación deberá ser utilizada únicamente en una de las computadoras internas del centro de salud.

Los modelos para el manejo de la información de la base de datos serán divididos en tres modelos mismo que tendrán los métodos necesarios para obtener e insertar la información

respectiva siendo estos: Cita Médica, Dependencia, Usuario. Estos modelos serán manejados mediante el api de persistencia de Java JPA<sup>10</sup> (Ver Figura 24).

```

@Entity
@Table(name = "usuario")
@NamedQueries({
    @NamedQuery(name = "Usuario.findAll", query = "SELECT u FROM Usuario u")})
public class Usuario implements Serializable {

    @Basic(optional = false)
    @Column(name = "nombre")
    private String nombre;
    @Basic(optional = false)
    @Column(name = "apellido")
    private String apellido;

    private static final long serialVersionUID = 1L;
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    @Basic(optional = false)
    @Column(name = "id")
    private Integer id;
    @Basic(optional = false)
    @Column(name = "cedula")
    private String cedula;
    @Basic(optional = false)
    @Column(name = "telefono")
    private String telefono;
    @Basic(optional = false)
    @Column(name = "fecha_nacimiento")
    @Temporal(TemporalType.DATE)
    private Date fechaNacimiento;
    @Basic(optional = false)
    @Column(name = "email")
    private String email;
    @Column(name = "inserted", insertable = false, updatable = false)
    @Temporal(TemporalType.TIMESTAMP)
    private Date inserted;
    @Column(name = "updated")
    @Temporal(TemporalType.TIMESTAMP)
    private Date updated;
}

```

**Figura 24.** Modelo de implementación en Java de Usuario

Para el manejo de estos modelos se utilizará controladores Java tipo JPA (Ver Figura 25).

---

<sup>10</sup> JPA: Framework de Java que se encarga del manejo de información en bases de datos relacionales

```

public class UsuarioJpaController implements Serializable {

    private static final Logger LOG = Logger.getLogger(UsuarioJpaController.class.getName());

    public UsuarioJpaController(EntityManagerFactory emf) {
        this.emf = emf;
    }
    private EntityManagerFactory emf = null;

    public EntityManager getEntityManager() {
        return emf.createEntityManager();
    }

    public void create(Usuario usuario) {
        EntityManager em = null;
        try {
            em = getEntityManager();
            em.getTransaction().begin();
            em.persist(usuario);
            em.getTransaction().commit();
        } finally {
            if (em != null) {
                em.close();
            }
        }
    }
}

```

*Figura 25.* Controlador JPA de Usuario

Finalmente, para la lectura de los archivos tipo Excel se utilizará la librería Poi-xssf<sup>11</sup> de Apache (Ver Figura 26).

```

FileInputStream file = new FileInputStream(excelFile);
XSSFWorkbook workbook = new XSSFWorkbook(file);
XSSFSheet sheet = workbook.getSheetAt(0);
for (int row = 1; row <= sheet.getLastRowNum(); row++) {
    usuario = new Usuario();
    cita = new CitaMedica();
    XSSFRow excelRow = sheet.getRow(row);
    if (excelRow.getCell(0).getCellType().equals(CellType.NUMERIC)) {
        usuario.setCedula(excelRow.getCell(0).getRawValue());
    } else {
        usuario.setCedula(excelRow.getCell(0).getStringCellValue());
    }
}

```

*Figura 26.* Lectura de archivos excel

#### 5.4. FASE DE ESTABILIZACIÓN

Para la presente fase es necesario tener todas las funcionalidades requeridas ya desarrolladas debido a que se realizará el proceso de integración de dichas funcionalidades, para lo cual es necesario realizar la conexión del cliente hacia los servicios REST para la obtención de la información de la base de datos.

<sup>11</sup> Poi-xssf: librería de apache que proporciona formas de leer, crear, modificar y escribir hojas de calculo xls.

### 5.4.1. Integración del Cliente con el API REST

Mediante el uso del framework Ionic se realizarán las diferentes peticiones hacia el servidor REST, mediante servicios propios del framework que facilitan el consumo de datos a través de la web mediante el uso de un objeto tipo HTTP el cual es el encargado de realizar dicha tarea de la forma mas rápida y efectiva mediante el llamado a los diferentes métodos HTTP<sup>12</sup> y mediante la especificación de la ruta del recurso del API REST. Dentro de este mismo proceso se utilizarán funciones brindadas por el framework para transformar los datos obtenidos en formato json a objetos fáciles de utilizar y de esta forma ser enviados a las diferentes vistas del aplicativo (Ver Figura 27).

```
public cargarCitasPorCedula(cedula: number) {
  this.http.get(`${AppSettings.SERVER}/citaRecurso/obtenerCitaPorCedula/${cedula}`)
    .map((citas: Object[]) => {
      return citas.map(item => CitaModel.fromJson(item))
    })
    .subscribe([
      (result: CitaModel[]) => {
        this.citasPorCedula = result;
      },
      error => {
        console.log("Error al cargar citas por cedula desde el servidor", error);
      }
    ])
}
```

*Figura 27.* Conexión hacia los servicios REST de tipo Get para citas

## 5.5. FASE DE PRUEBAS

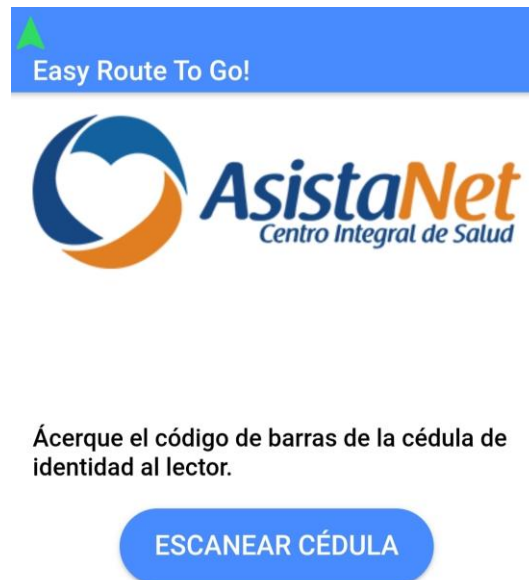
Una vez terminadas las anteriores fases, se procede a realizar la fase de pruebas del aplicativo en el cual se evidenciará el funcionamiento de este.

---

<sup>12</sup> Métodos HTTP: Get, Post, Put, Delete, Head, Connect, Options, Trace, Patch

### 5.5.1. Pantalla inicial de activación de citas medicas

En esta pantalla se despliega el logo del centro de salud, una recomendación para el paciente sobre el escaneo de la identificación y un botón para iniciar con el proceso de escaneo de cedula (Ver Figura 28).

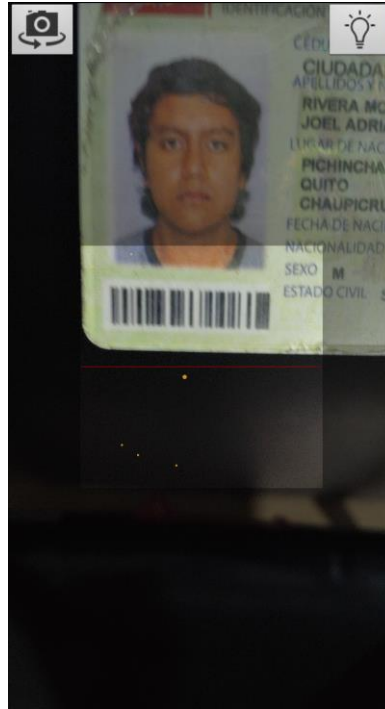


*Figura 28.* Pantalla inicial de activación de citas médicas

### 5.5.2. Pantalla de escaneo de identificación

En esta pantalla el aplicativo se encarga de activar la cámara del dispositivo móvil del usuario y despliega un lector de código de barras, en el cual se debe enfocar el código de barras de la identificación del paciente (Ver Figura 29).

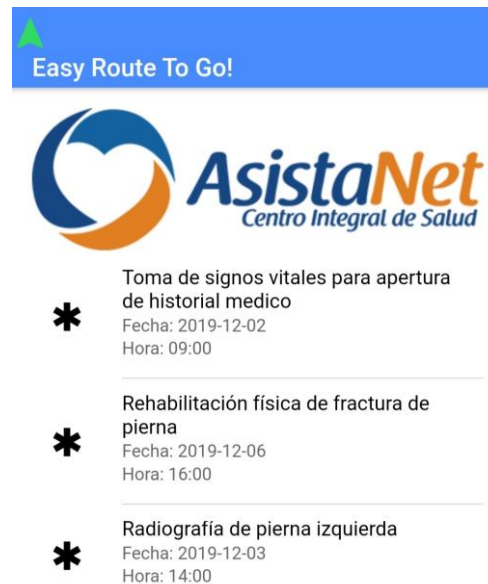




*Figura 29.* Pantalla de escaneo de identificación

### **5.5.3. Pantalla de citas médicas disponibles**

En esta pantalla se despliega una lista de las citas médicas que dispone el paciente, en la información de las citas médicas se muestra: la descripción, la fecha y la hora de la cita médica, estas citas médicas son mostradas botones los cuales permiten al paciente seleccionar la cita medica a ser activada (Ver Figura 30).



*Figura 30.* Pantalla de citas médicas disponibles

#### 5.5.4. Pantalla de información de dependencia y cita médica

En esta pantalla se despliega la siguiente información:

- Nombre de la dependencia en la cual el paciente será atendido.
- Médico encargado de la dependencia.
- Número y correo de contacto del médico encargado, en caso de ser un médico rotativo se presenta información del centro de salud.
- Fecha y hora de la cita médica.

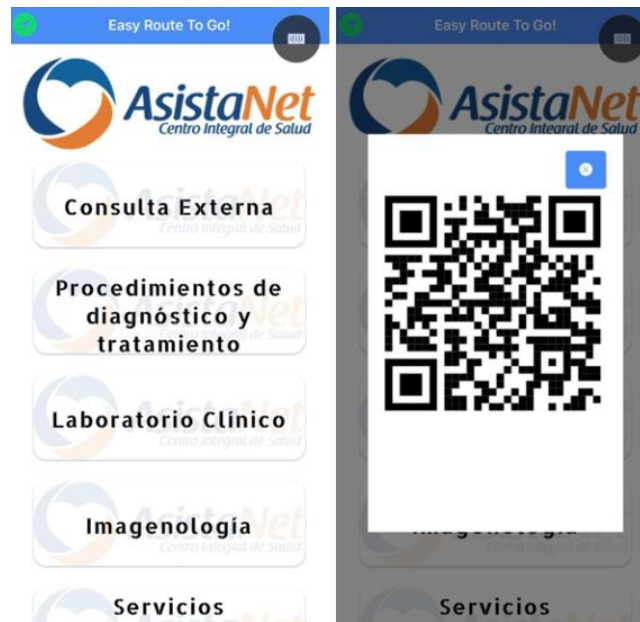
También se presenta un botón el cual esta ubicado en la esquina inferior derecha, este botón será el encargado de generar y desplegar una ruta interna del hospital hacia la dependencia seleccionada por el paciente (Ver Figura 31).



*Figura 31.* Pantalla de información de dependencia y cita médica

### 5.5.5. Pantalla de secciones

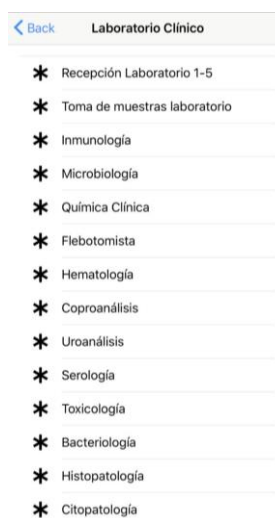
En esta pantalla se encuentra localizado en la esquina superior derecha un botón el cual será el encargado de generar y mostrar un código QR, mismo que contendrá la URL del aplicativo para su fácil distribución y acceso. Posteriormente se presenta una lista de las secciones existentes en el centro de salud, estas secciones son mostradas mediante botones de gran tamaño los cuales les permite ser de fácil uso y visualización para los pacientes del centro de salud (Ver Figura 32).



*Figura 32.* Pantalla de secciones y código QR.

#### 5.5.6. Pantalla de dependencias

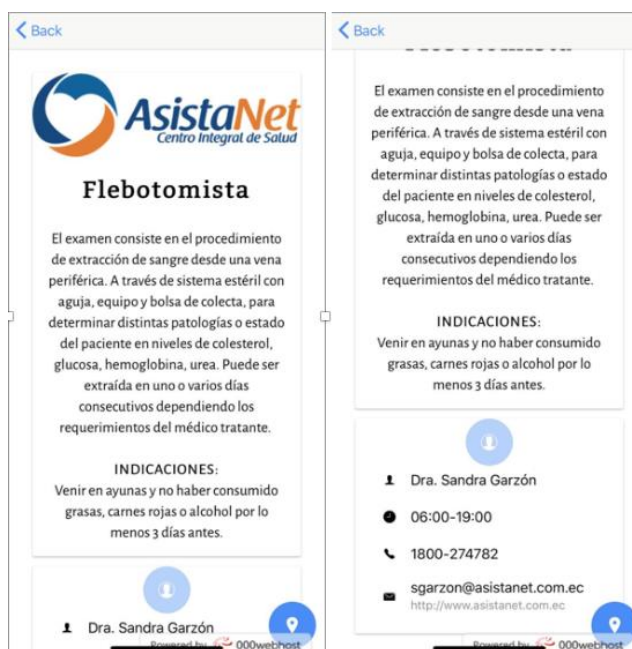
En la pantalla de dependencias se generará y desplegará una lista de todas las dependencias pertenecientes a la sección seleccionada en la pantalla de secciones, dichas dependencias son mostradas mediante botones para poder ser seleccionadas. En caso de que el paciente desee regresar a la pantalla de secciones puede utilizar el botón situado en la esquina superior izquierda (Ver Figura 33).



*Figura 33.* Pantalla de dependencias

### 5.5.7. Pantalla de información de dependencia

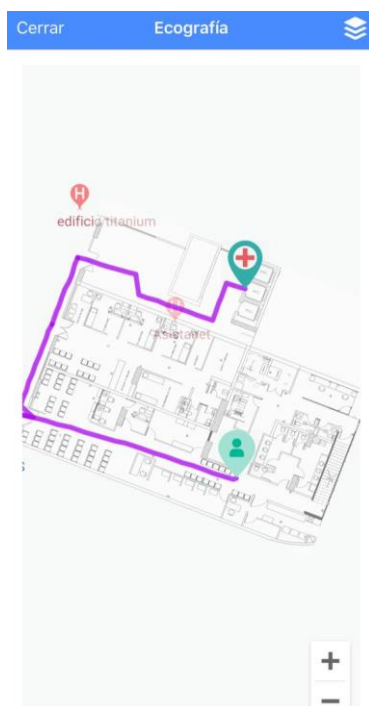
En esta pantalla se visualiza la información general de la dependencia seleccionada por el paciente en la anterior pantalla. Dentro de la información que se despliega se encuentra: el logo, una breve descripción de la dependencia, información del encargado de la dependencia e información de contacto, según lo establecido en la tabla numero 12 (Requisito funcional 7) del presente proyecto (Ver Figura 34).



*Figura 34.* Pantalla información de dependencia

### 5.5.8. Pantalla de mapas

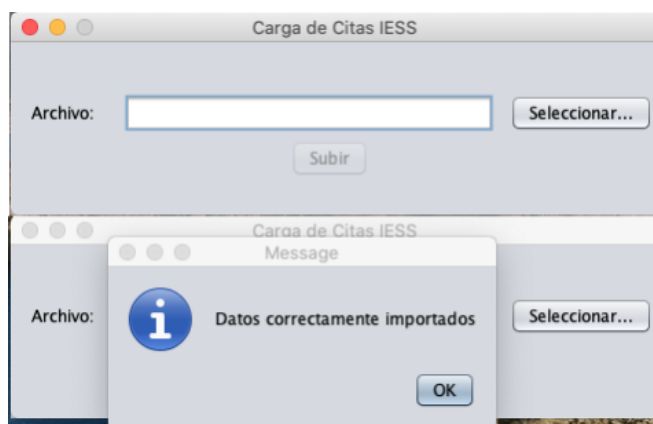
En esta pantalla se muestra un mapa en el cual se muestra un mapa del piso actual del paciente mismo que ira cambiado acorde el paciente se movilice entre los diferentes pisos, se muestra la ruta generada y además se muestra dos marcadores; un marcado que indica la ubicación actual del paciente en el piso actual del centro de salud y un marcador el cual indica el destino del paciente el cual puede ser un acceso a un piso diferente o la dependencia seleccionada en caso de que se encuentre en el piso actual. (Terán, 2019) (Ver Figura 35).



**Figura 35.** Pantalla de mapas

### 5.5.9. Carga de citas médicas desde archivo Excel

Esta aplicación de escritorio se encarga de cargar las citas médicas que el Centro Integral de Salud Asistanet obtiene por parte del IESS. Para realizar la carga una persona encargada deberá seleccionar el archivo Excel a cargar y posteriormente pulsar el botón subir. Una vez que la información se ha cargado de manera exitosa aparecerá un mensaje de confirmación (Ver Figura 36).



**Figura 36.** Carga de archivo Excel

## **CAPITULO VI**

### **PRUEBAS Y RESULTADOS**

Para realizar las pruebas del presente proyecto a través del aplicativo desarrollado, se utilizó un dispositivo móvil, mediante este dispositivo se ejecutaron las diferentes pruebas y se socializó el uso del aplicativo entre los pacientes y el personal del Centro Integral de Salud Asistanet, adicionalmente se socializo las ventajas de contar con un código QR propio del aplicativo, el cual facilita el acceso a este desde cualquier dispositivo móvil, enfocado al uso de los pacientes.

#### **6.1. FACTORES DE ANÁLISIS**

Para realizar los análisis correspondientes se dividió el horario de atención del Centro Integral de Salud Asistanet en tres franjas horarias siendo estas:

- **Mañana:** 06:00 – 11:00
- **Tarde:** 11:01 – 16:00
- **Noche:** 16:01 – 19:00

Las franjas horarias previamente detalladas fueron sugeridas por el personal de centro de salud, debido a que existe una gran variación de afluencia de pacientes entre las mismas.

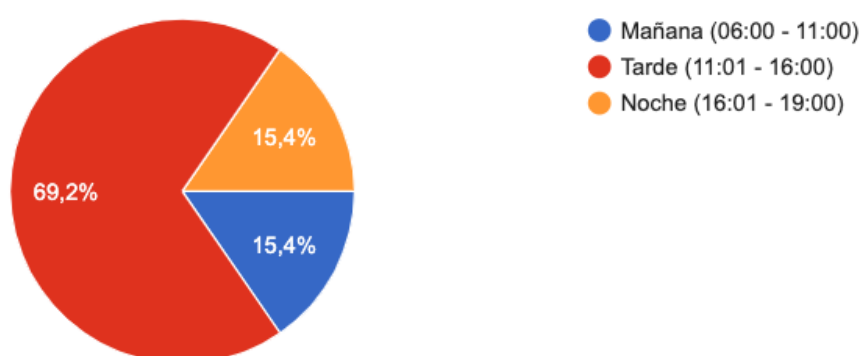
Adicionalmente se realizaron encuestas tanto al personal del centro de salud como a los pacientes de este, lo cual ayudará a determinar los factores de análisis. Se optó por encuestas personales debido a que mediante estas se puede recoger y analizar una serie de datos de una muestra representativa de una población muy amplia, que en el presente proyecto son el personal del centro de salud y los pacientes de este. Las encuestas fueron realizadas con la

herramienta “Formularios de Google” debido a que ofrece muchas facilidades en cuanto a creación, administración, distribución y tabulación de resultados.

### 6.1.1. Personal del centro de salud

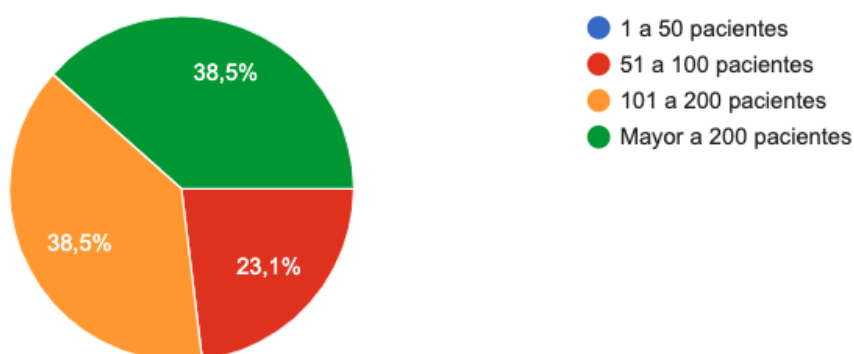
Se realizaron encuestas al personal administrativo y de atención al cliente del centro de salud obteniendo los siguientes resultados (Ver desde la Figura 37 hasta la Figura 40):

#### Franja horaria con mayor afluencia de pacientes.



*Figura 37.* Resultados pregunta 1 anexo 1

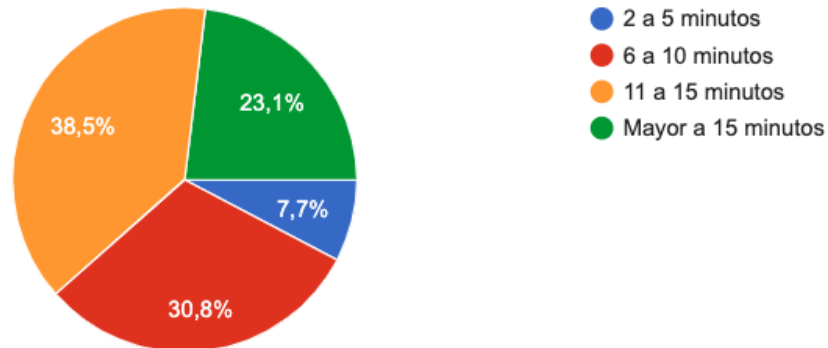
#### Cantidad de pacientes en la franja horaria de mayor afluencia



*Figura 38.* Resultados pregunta 2 anexo 1

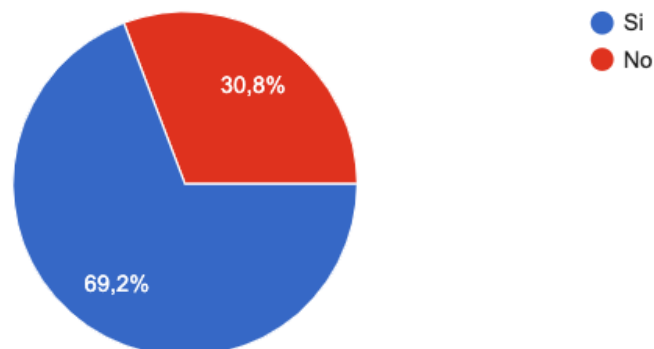


### Tiempo de atención a pacientes en la franja horaria con mayor afluencia



*Figura 39.* Resultados pregunta 3 anexo 1

### ¿Es necesario la implementación de un sistema de administración y gestión de turnos?



*Figura 40.* Resultados pregunta 3 anexo 1

Como se puede observar en las gráficas anteriores respecto a los resultados de las encuestas aplicadas se puede concluir que:

- La franja horaria con mayor afluencia de pacientes es la franja horaria de la tarde (11:01 a 16:00);

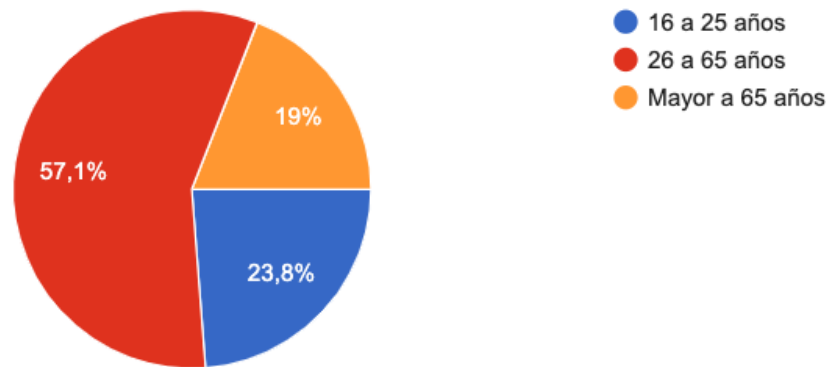
- En cuanto al promedio de pacientes que asisten al centro de salud en la franja horaria con mayor afluencia, se puede observar que existe una afluencia mayor a 100 pacientes y que en muchas de las ocasiones es mayor a los 200 pacientes.
- En cuanto a la gráfica de tiempos de espera se puede observar que para la activación de la cita de un paciente en la mayoría de los casos los tiempos son elevados y que en algunas ocasiones son mayores a 15 minutos, esto debido a que los pacientes deben ser atendidos por una persona a la entrada del centro médico, la cual proporciona al paciente un turno, para posteriormente ser atendido en una de las ventanillas en la cual solicitan el ingreso de datos personales para finalmente activar la cita.

También es importante resaltar que un alto porcentaje de las personas entrevistadas consideran necesaria la implementación de un sistema de administración y gestión de turnos que ayuden con las actividades de atención a pacientes, ya que a través de este medio se pueden reducir tiempos.

### **6.1.2. Pacientes del centro de salud**

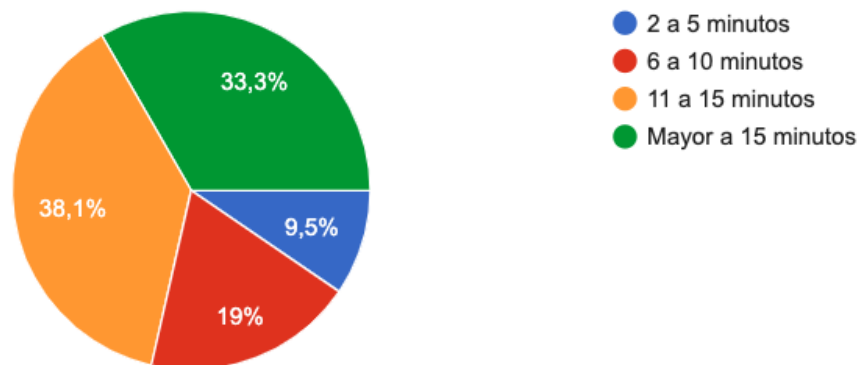
Otro escenario ha ser evaluado es la activación de citas medicas, para lo cual se realizaron encuestas a los pacientes del centro de salud obteniendo los siguientes resultados (Ver desde la Figura 41 hasta la Figura 44):

### Edades de pacientes entrevistados

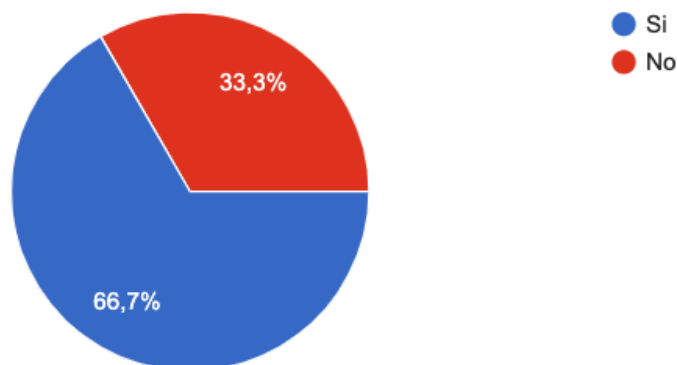


*Figura 41.* Resultados pregunta 1 anexo 2

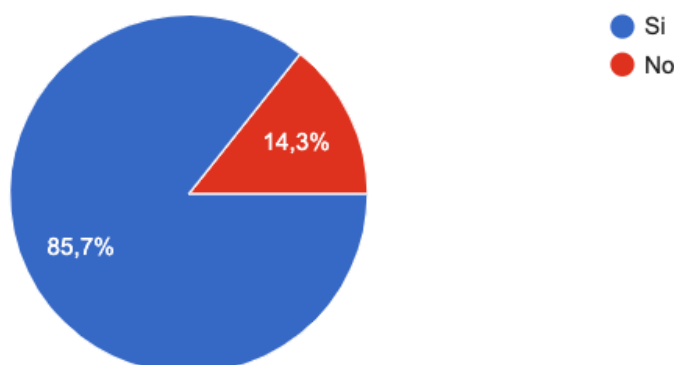
### Tiempos de espera para activación de turnos



*Figura 42.* Resultados pregunta 2 anexo 2

**¿Adecuada información proporcionada por el centro de salud?**

**Figura 43.** Resultados pregunta 3 anexo 2

**¿Es necesario la implementación de un sistema de administración y gestión de turnos?**

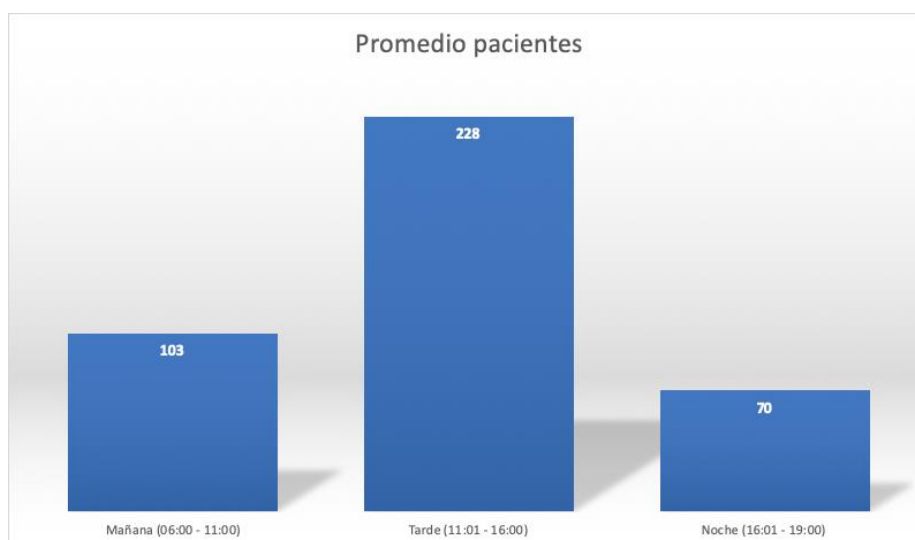
**Figura 44.** Resultados pregunta 4 anexo 2

Como se puede observar en las gráficas anteriores las edades de las pacientes que más asisten al centro de salud está entre los 26 a 65 años de edad, así mismo se puede observar que los tiempos de espera para la activación de citas oscilan entre los 11 Y 15 minutos, y en la mayoría de casos sobrepasan los 15 minutos lo cual implican tiempos altos de espera, ocasionando retrasos y/o perdidas de las citas médicas asignadas, además estos datos concuerdan con los datos obtenidos de las encuestas realizadas al personal del centro de salud.

Respecto a la pregunta 3 del anexo 2 la cual hace referencia a que la información proporcionada por el personal del centro de salud es adecuada se puede observar que un alto porcentaje de pacientes coincide con el hecho de que si es adecuada la información entregada en el centro de salud; Sin embargo en la pregunta 4 del anexo 2 la cual hace referencia a si se considera necesario implementar un sistema de gestión de turnos que ayuden a las actividades de los pacientes dentro del centro de salud, evidenciándose que existe un ALTO porcentaje (85,7%) de pacientes que consideran necesario la implementación de dicho sistema.

Con los datos obtenido se llegó a determinar como factores importantes de análisis las franjas horarias de atención a pacientes junto con la cantidad de pacientes en cada franja horaria, además de los tiempos de espera para la activación de citas de cada paciente.

Para poder tener una base respecto al número óptimo de pacientes en los cuales se deberían realizar las respectivas pruebas tanto con el uso del aplicativo y sin el uso del mismo, se realizó una investigación de campo en el mes de Agosto en la cual se tomaron datos sobre la cantidad de pacientes que llegan al centro de salud para activar sus citas en las diferentes franjas horarias planteadas anteriormente, obteniendo los siguientes resultados (Ver Figura 45):



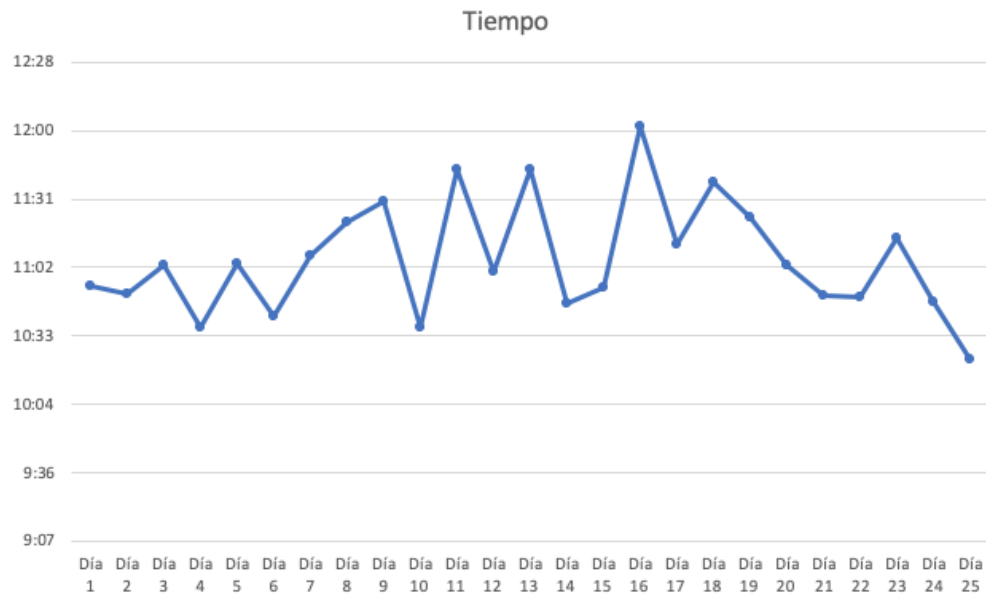
**Figura 45.** Promedio de pacientes del mes de Agosto

Una vez realizada la respectiva toma de datos durante el mes de Agosto se obtuvo que el promedio redondeado de pacientes en el horario de atención de la mañana es de 103 pacientes, en el horario de atención la tarde de 228 pacientes y en el horario de atención de la noche es de 70 pacientes. Estos valores serán tomados para realizar las respectivas pruebas del aplicativo, tomando en cuenta que en algunos días podrían existir menos pacientes del promedio calculado en cada franja horaria.

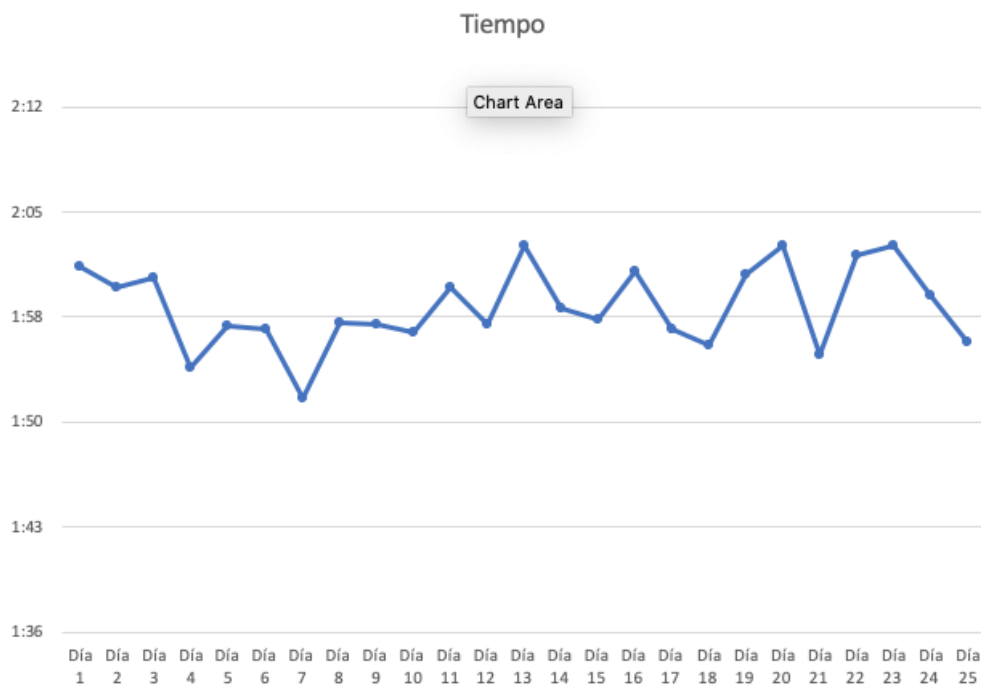
## **6.2. RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN DE TIEMPOS**

Con los datos obtenidos anteriormente se propone tomar tiempos que tarda un paciente en activar una cita médica con y sin aplicativo. Para el caso de toma de tiempos sin el uso del aplicativo se tomará el mes de Septiembre y para el caso de toma de tiempos con aplicativo se tomará hasta el día 29 del mes de Octubre para que concuerden la cantidad de días tomados con aplicativo y sin aplicativo. Las tomas de tiempo se realizan en dos meses diferentes ya que no se puede pedir a un mismo paciente que active dos veces una misma cita médica. Adicionalmente debido a que puede variar la cantidad de pacientes en los respectivos días de cada mes, se eliminarán los datos extras para que coincidan la cantidad de pacientes.

### 6.2.1. Horario de la mañana



**Figura 46.** Resultados de tiempos en el horario de la mañana sin aplicativo

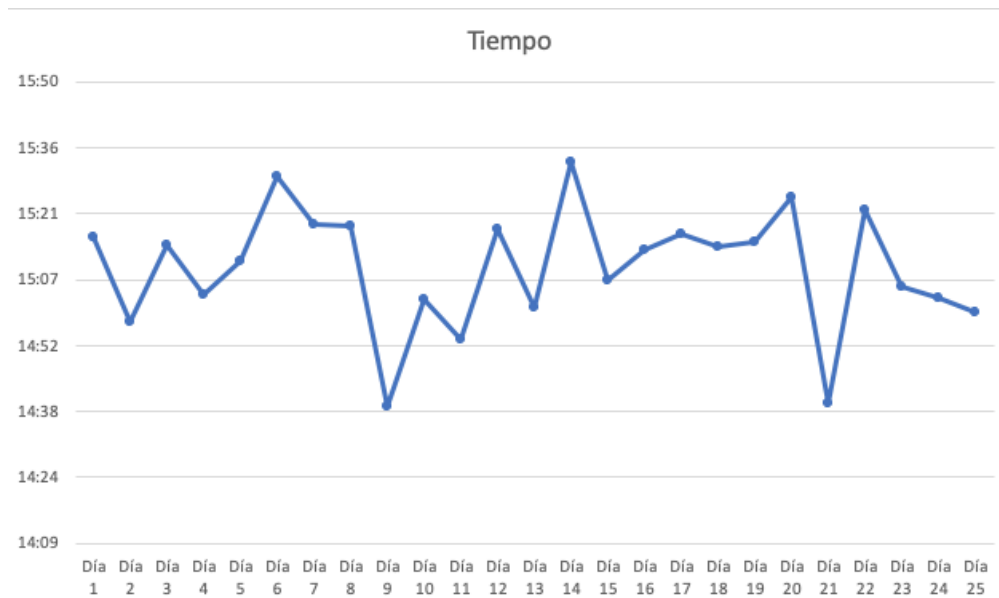


**Figura 47.** Resultados de tiempos en el horario de la mañana con aplicativo

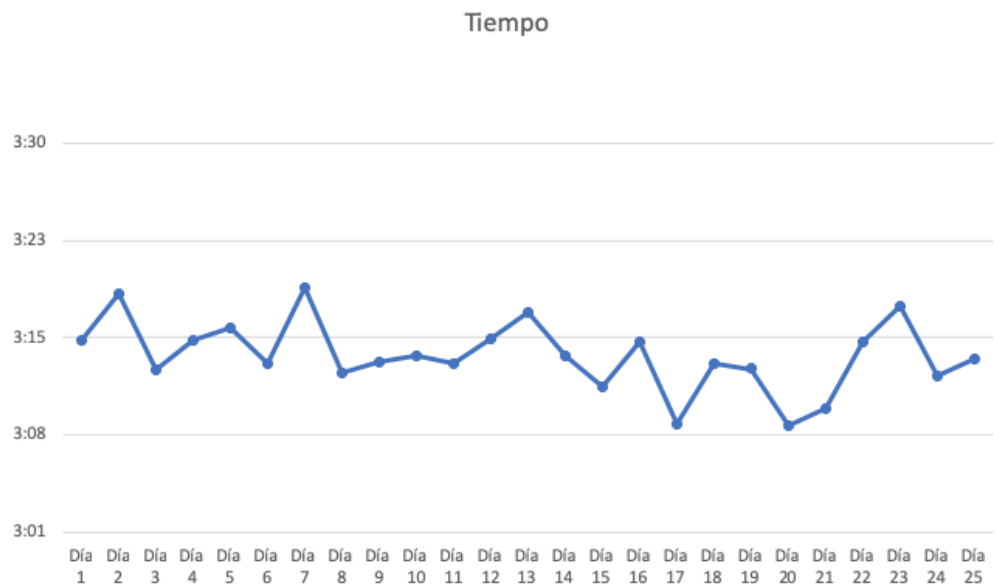
Como se puede observar en la Figura 46 y Figura 47 los tiempos tomados durante el mes de Septiembre en el horario de la mañana sin el uso del aplicativo tienen un promedio de 11 minutos con 5 segundos, mientras que en los resultados obtenidos en el mes de Octubre con

el uso del aplicativo se registra un promedio de tiempo de 1 minuto con 58 segundos, teniendo así un ahorro promedio de tiempo de 9 minutos con 6 segundos.

### 6.2.2. Horario de la tarde



**Figura 48.** Resultados de tiempos en el horario de la tarde sin aplicativo



**Figura 49.** Resultados de tiempos horario de la tarde con aplicativo

Como se puede observar en la Figura 48 y Figura 49 los tiempos tomados durante el mes de Septiembre en el horario de la tarde sin el uso del aplicativo tienen un promedio de 15



minutos con 9 segundos, mientras que en los resultados obtenidos en el mes de Octubre con el uso del aplicativo se registra un promedio de tiempo de tres minutos con 14 segundos, teniendo así un ahorro promedio de tiempo de 11 minutos con 55 segundos.

### 6.2.3. Horario de la noche

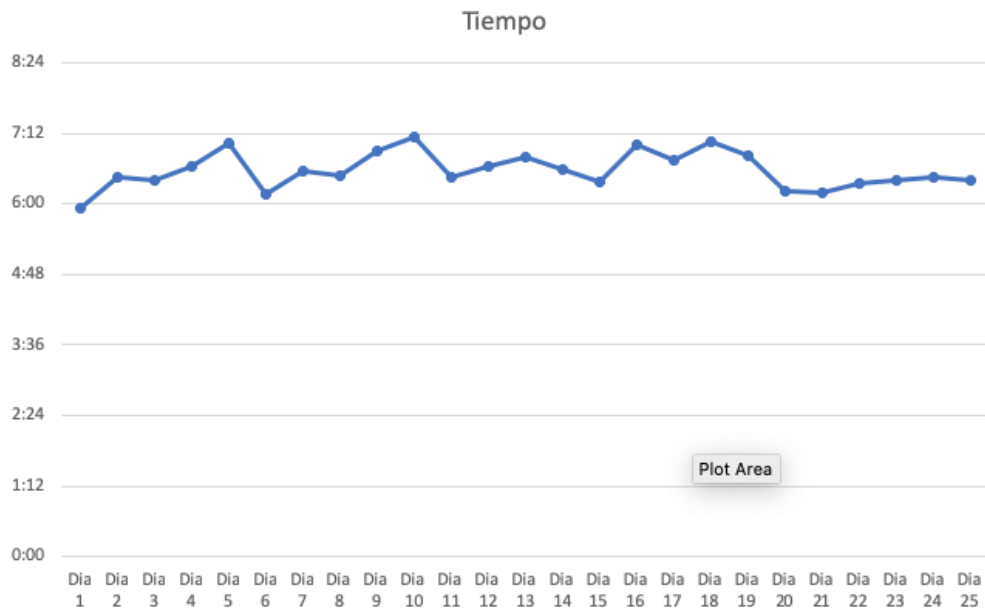
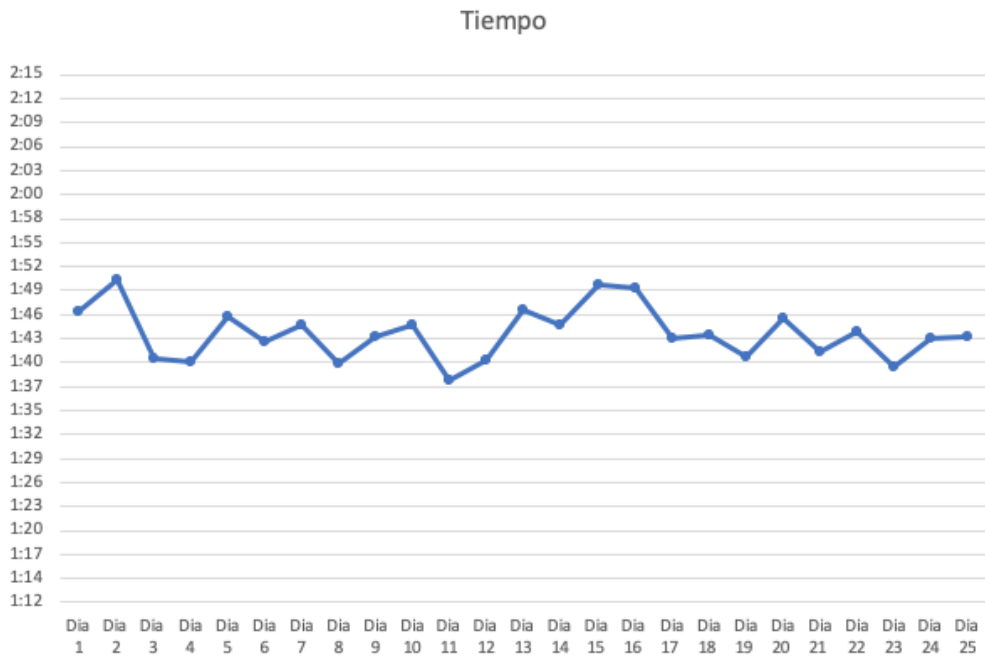


Figura 50. Resultados de tiempos horario de la noche sin aplicativo



**Figura 51.** Resultados de tiempos horario de la noche con aplicativo

Como se puede observar en la Figura 50 y la Figura 52 los tiempos tomados durante el mes de Septiembre en el horario de la tarde sin el uso del aplicativo tienen un promedio de 6 minutos con 33 segundos, mientras que en los resultados obtenidos en el mes de Octubre con el uso del aplicativo se registra un promedio de tiempo de 1 minuto con 44 segundos, teniendo así un ahorro promedio de tiempo de 4 minutos con 49 segundos.

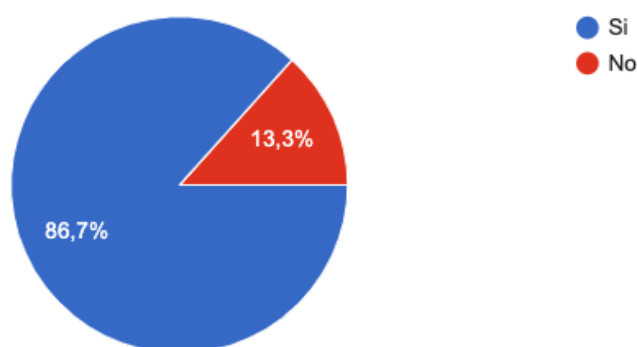
### **6.3. MEDICIÓN DE NIVELES DE SATISFACCIÓN**

Para poder realizar mediciones de los niveles de satisfacción se realizaron encuestas tanto al personal del Centro Integral de Salud Asistanet como a los pacientes de este, obteniendo los siguientes resultados.

#### **6.3.1. Personal del centro de salud**

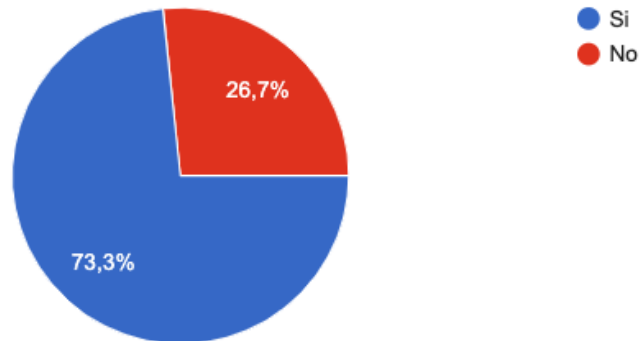
Se realizaron 15 encuestas a diferentes personas pertenecientes al personal administrativo y de atención al cliente del centro de salud obteniendo los siguientes resultados (Ver desde la Figura 52 hasta la Figura 55):

**¿Existen mejoras en el proceso de administración y gestión de turnos?**



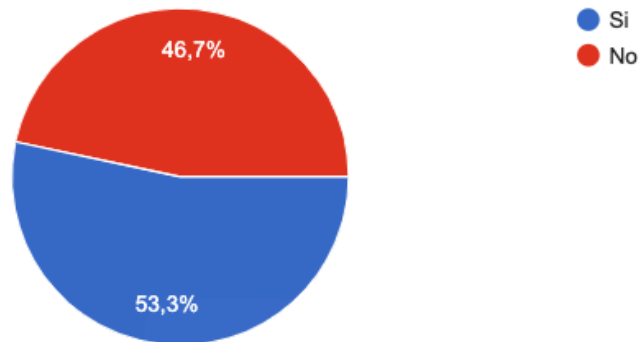
**Figura 52.** Resultados pregunta 1 anexo 3

**¿Ha disminuido la cantidad de pacientes que solicitan información diariamente?**



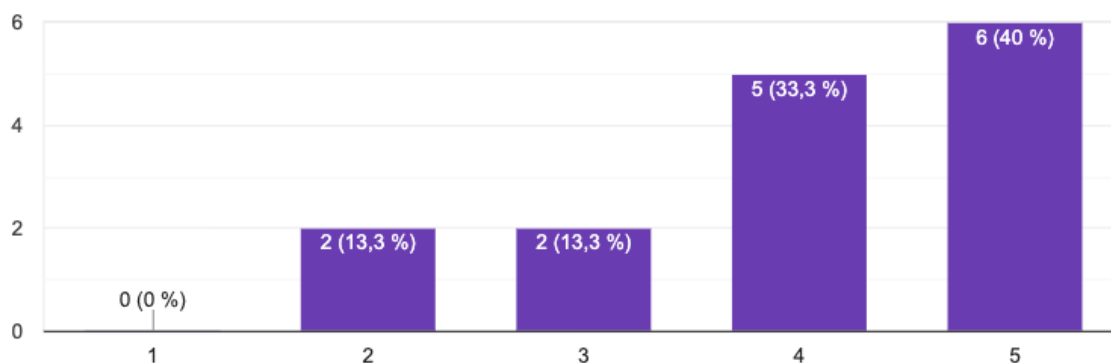
*Figura 53.* Resultados pregunta 2 anexo 3

**¿Es necesaria una interacción interpersonal para entregar información al paciente?**



*Figura 54.* Resultados pregunta 3 anexo 3

### Nivel de satisfacción del aplicativo



*Figura 55.* Resultados pregunta 4 anexo 3

Como se puede observar en las graficas anteriores respecto a los resultados de la encuesta reflejan que un 86,7% de las personas entrevistadas consideran que existe una mejora en el proceso de administración y gestión de turnos del centro de salud, de la misma forma un 73,3% de los entrevistados están de acuerdo con que ha existido una disminución en la cantidad de pacientes que solicitan información diariamente.

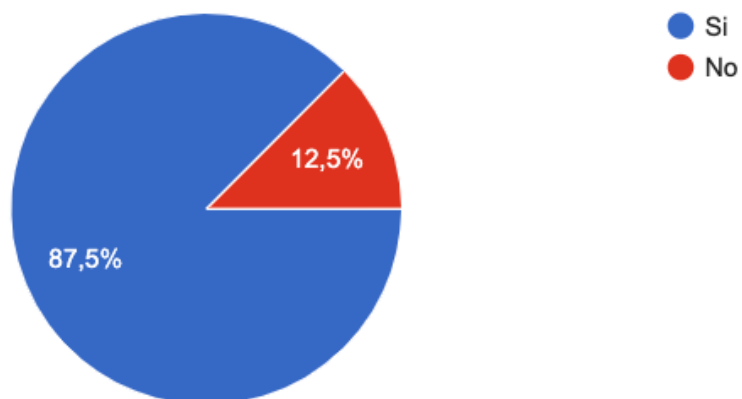
Respecto a la pregunta relacionada con la interacción interpersonal para entregar información al paciente podemos observar que hay una opinión casi dividida teniendo 53,3% de personas entrevistas que piensan que, si es necesaria esta interacción interpersonal, esto puede verse afectado debido a la cultura informática actual del país y al miedo o desconocimiento de nuevas tecnologías en el área de salud.

En cuanto al nivel de satisfacción, en la grafica se considera las escalas de la siguiente forma: 1 para “muy mala”, 2 para “mala”, 3 para “regular”, 4 para “buena” y 5 para “muy buena”. Como se puede observar en la grafica existe un alto porcentaje de personas que calificó a la aplicación como “buena” y “muy buena”, siendo estas el 33,3% y el 40% respectivamente.

### 6.3.2. Pacientes del centro de salud

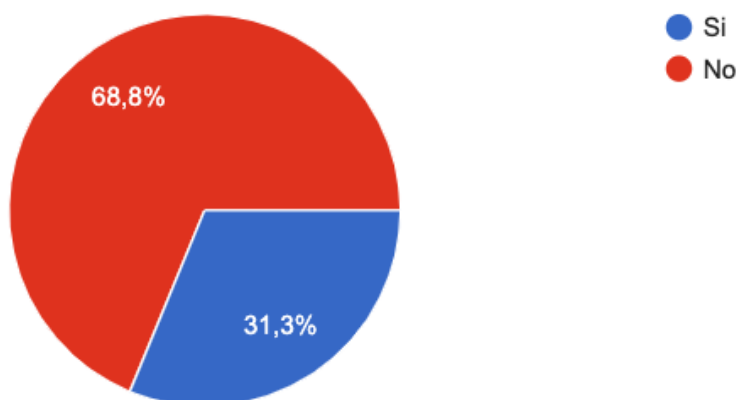
De la misma manera se realizaron encuestas a los pacientes del centro de salud respecto a la activación de citas médicas obteniendo los siguientes resultados (Ver desde la Figura 56 hasta la Figura 58):

**¿Ha disminuido el tiempo promedio que tarda en activar su cita médica?**



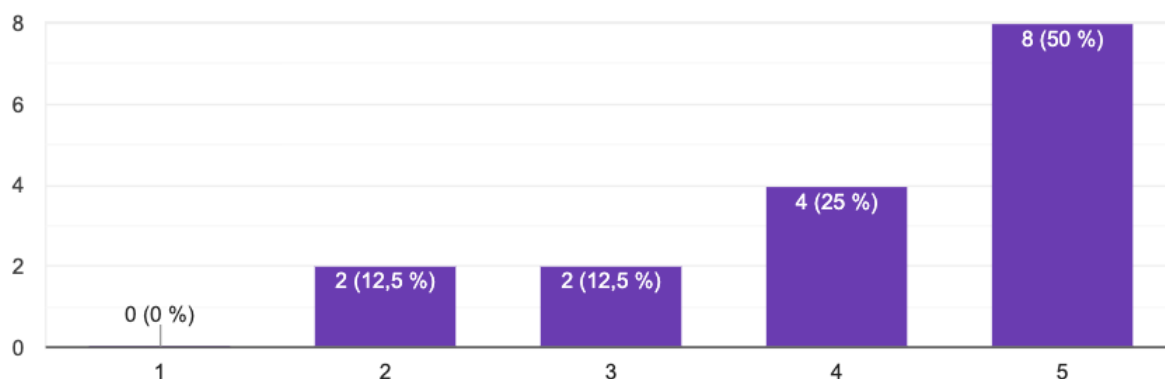
*Figura 56.* Resultados pregunta 2 anexo 4

**¿Requiere ahora de ayuda externa para la activación de su cita médica?**



*Figura 57.* Resultados pregunta 3 anexo 4

### Nivel de satisfacción del aplicativo



*Figura 58.* Resultados pregunta 5 anexo 4

Como se puede observar en las gráficas anteriores respecto a los resultados de la encuesta reflejan que un 87,5% de las personas entrevistadas concuerdan que existe una disminución el tiempo promedio para la activación de una cita médica, de la misma forma un 68,8% de las personas entrevistadas consideran que ya no es necesaria ayuda externa para la activación de una cita médica.

En cuanto al nivel de satisfacción, en la gráfica se consideran las escalas de la siguiente forma: 1 para “muy mala”, 2 para “mala”, 3 para “regular”, 4 para “buena” y 5 para “muy buena”. Como se puede observar en la gráfica del nivel de satisfacción del aplicativo, existe un alto porcentaje de personas que calificó a la aplicación como “buena” y “muy buena”, siendo estas el 75% y el 25% respectivamente.

#### 6.4. ÍNDICE DE AUSENTISMO

Para validar que el presente proyecto puede ayudar a disminuir el índice de ausentismo en el Centro Integral de Salud Asistanet, se solicitó información de los índices de ausentismo de los últimos seis meses incluyendo el mes de Octubre del 2019 en el cual se implementó el aplicativo.

PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD				
ESTABLECIMIENTO DE SALUD	ASISTANET NORTE	NIVEL DE ATENCIÓN	SEGUNDO NIVEL	
DIRECCIÓN: AV 6 DE DICIEMBRE E IGNACIO BOSSANO, EDIF. TITANIUM				
TELÉFONO: 02-2973973 EXT. 2612 / 2694 / 2683		TARIFARIO	NIVEL II	
AUSENTISMO				
MES	CITAS AGENDADAS	CITAS ATENDIDAS	AUSENTISMO	% AUSENTISMO
Mayo 2019	17624	16001	1623	9.21
Junio 2019	16798	14964	1834	10.92
Julio 2019	17321	15738	1583	9.14
Agosto 2019	15438	13684	1754	11.36
Septiembre 2019	16566	14824	1742	10.52
Octubre 2019	16927	15606	1321	7.80
<b>Promedio</b>	<b>16779</b>	<b>15136</b>	<b>1643</b>	

*Figura 59.* Índice de ausentismo del centro de salud Mayo 2019 – Octubre 2019

**Fuente:** Centro Integral de Salud Asistanet

En la figura 59 se detallan los diferentes índices de ausentismo desde el mes de Mayo de 2019 hasta el mes de Octubre de 2019, en el mes de Octubre de 2019 se implementó el aplicativo en el centro de salud, en este mes se puede verificar que el índice de ausentismo es de un 7.80%, el cual es un porcentaje menor al registrado en meses anteriores en los cuales el centro de salud no disponía de un aplicativo que ayude en la administración y gestión de citas medicas.

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. CONCLUSIONES**

Muchos de los centros de salud del Ecuador no aprovechan de manera adecuada los recursos tecnológicos disponibles y en algunos casos poseen tecnología obsoleta, lo cual representa un problema ya que para innovar u optimizar procesos que mejoren la calidad de los diferentes servicios médicos se necesitan recursos tecnológicos adecuados y correctamente utilizados.

Actualmente en el Ecuador la implementación de servicios de e-Health se encuentra poco desarrollados o en vías de desarrollo, esto debido a la falta de conocimiento o adaptabilidad a estas nuevas propuestas, mismas que podrían ser de mucho apoyo para cada segmento del área de salud.

Se puede observar que la metodología de desarrollo mobile-D se adaptó de manera óptima a las características del proyecto lo cual permitió obtener buenos resultados junto con un prototipo funcional estable; además el uso de la tecnología PWA proporcionó al aplicativo una mayor portabilidad permitiendo así abarcar una mayor cantidad de pacientes beneficiados.

Mediante la implementación del aplicativo se pudo observar una reducción significativa respecto a los tiempos de asignación de citas médicas, lo cual beneficia tanto al centro de salud como a los pacientes ya que se disminuyen en gran medida las filas de espera y el número de personal necesario para la atención a pacientes en el área de recepción.

Mediante el uso de conceptos y características del e-Health como base de buenas practicas en los procesos de salud, así como los conceptos del marco de referencia de COBIT5



como base para el diseño e implementación de la infraestructura tecnológica, se logró brindar una solución que ayude con la administración y gestión de turnos de citas médicas además de mejorar el acceso y el manejo de la información.

El presente proyecto permitió validar que durante el tiempo en el que el aplicativo fue puesto a prueba existió una reducción en el índice de ausentismo, comprobando así que el e-Health es una práctica que ayuda significativamente a mejorar los servicios de salud y que debería ser implementado progresivamente y con mayor frecuencia en los centros de salud del Ecuador.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

Para el despliegue del aplicativo es recomendable disponer de un dispositivo en el centro de salud para que el paciente pueda acceder al mismo en caso de no disponer de uno propio o en caso de no poder escanear el código QR, para mejorar la experiencia de los pacientes, así como poder proporcionar una mejor y mayor autonomía.

Para el uso de la geolocalización al momento de validar la proximidad del paciente al centro de salud se recomienda la implementación de un sistema de posicionamiento de interiores mediante “beacons” para mejorar la precisión y fiabilidad en la geolocalización al momento de activar las citas médicas.

Para la recolección de datos respecto a los tiempos de activación de citas es recomendable considerar lapsos de tiempos más amplios, lo cual ayudará a determinar con mayor precisión el promedio de tiempo necesario para este proceso. Así también es recomendable extender el lapso respecto a la recolección de datos de ausentismo generados en el centro de salud.

Se recomienda optimizar el proceso de lectura de identificación de pacientes, ya que en caso de que el paciente no disponga de un dispositivo móvil con una cámara adecuada podría causar problemas en la lectura de esta.

Para trabajos futuros se puede realizar la implementación del agendamiento de citas médicas directamente desde el dispositivo, tomando en consideración que el mayor obstáculo para esto es la integración directa con el sistema del IESS.

## BIBLIOGRAFÍA

- Redacción Médica. (Septiembre de 2017). *Ecuador entre los países que invierte de 4% a 6% del PIB en Salud*. Obtenido de Redacción Médica: <https://www.redaccionmedica.ec/secciones/salud-publica/ecuador-invierte-entre-un-4-y-6-de-su-pib-en-salud-91020>
- Ecuador en cifras. (2018). *Registro Estadístico de Recursos y Actividades de Salud*. Obtenido de Ecuador en cifras: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/Recursos\\_Actividades\\_de\\_Salud/RAS\\_2016/Presentacion\\_RAS\\_2016.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Recursos_Actividades_de_Salud/RAS_2016/Presentacion_RAS_2016.pdf)
- Mesa, J. (Julio de 2015). *Factores Determinantes del Absentismo en Consultas Externas de la Agencia Sanitaria Costa del Sol*. Obtenido de Riuma: [https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/10149/TD\\_Jabalera\\_Mesa.pdf?sequence=1](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/10149/TD_Jabalera_Mesa.pdf?sequence=1)
- El Universo. (Junio de 2017). *Usuarios dicen vivir un suplicio en call center para pedir citas al IESS y MSP*. Obtenido de El Universo: <https://www.elcomercio.com/tendencias/asignacion-citas-iess-todavia-lenta-call-center-salud-ecuador.html>
- El Comercio. (Junio de 2017). *Problema de agendamiento de citas en IESS es falta de infraestructura y de médicos*. Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/richardespinoza-infraestructura-medicos-citas-iess.html>

- Sabino, C. (2008). Obtenido de El proceso de investigación:  
[https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion\\_carlos-sabino.pdf](https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf)
- Explorable. (2014). *Explorable*. Obtenido de Investigación Experimental:  
<https://cmaspublish2.ihmc.us/rid=1MZF1QDJQ-1RHY3X8-2VN4/Investigaci%C3%B3n%20Experimental.pdf>
- Murillo, J. (2008). Obtenido de Métodos de investigación de enfoque experimental:  
<http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Durham: University of Durham.
- Chiara, C., Chiara, R., & Norbert, G. (2018). mHealth and telemedicine apps: in search of a common regulation. *ecancer medical science*.
- DeNardis, L. (2012). *E-health Standards and Interoperability*. ITU-T Technology Watch Report.
- Felizardo, V., & Sousa, P. (2015). E-health: Current status and future trends. En *Handbook of Research on Democratic Strategies and Citizen-Centered E-Government Services*.
- García, M. (2017). eHealth (tecnología y medicina). *CODDII*, 9.
- Goessling, S. (2018). *Architecting Cloud Computing Solutions*. Packt Publishing.
- Haufe, K., Dzombeta, S., & Brandis, K. (2014). Proposal for a Security Management in Cloud Computing for Health Care. *The Scientific World Journal*, 7.

Hume, D. (2017). *Progressive Web Apps*. Manning Publications.

ISACA. (2012). *Cobit 5 - Un Marco de Negocio para el Gobierno y la Gestión de las TI de la Empresa*. Madrid: ISACA.

Instituto Nacional de Estándares y Tecnología. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing*. Special Publication (NIST SP).

Khanna, R. (2016). *Getting Started with Ionic*. Packt Publishing.

Kirmani, M. (2017). Agile methods for mobile application development: A comparative analysis. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*.

Mahmood, S., & Lu, J. (2013). An Investigation into Mobile Based Approach for Healthcare Activites Occupational Therapy System.

Mozilla. (s.f.). *chromeless*. Obtenido de Mozilla Labs: <https://www.mozillalabs.com/en-US/chromeless/>

Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). *Systematic Mapping Studies in Software Engineering*. Karlskrona: School of Engineering, Blekinge Institute of Technology.

Rahmani, A., Nguyen, T., & Negash, B. (2018). Exploiting smart e-Health gateways at the edge of healthcare Internet-of-Things: A fog computing approach. *Future Generation Computer Systems*.

Real Academia Española (RAE). (2010). *ausentismo*. Obtenido de RAE: <http://lema.rae.es/dpd/srv/search?key=ausentismo>

- Sainz, B., Rodrigues, J., & Lozano, C. (2011). M-Health y T-Health. La Evolución Natural del E-Health. *Revista de Salud*.
- Salud, S. N. (2017). *La Propuesta Estratégica Integral para los usuarios que por primera o segunda vez no asisten a una cita agendada por Contact Center*. Quito: Ministerio de Salud Pública.
- Sheppard, D. (2017). *Beginning Progressive Web App Development: Creating a Native App Experience on the Web*. Apress.
- Srinivasan, D. (2013). *Impact of Healthcare Informatics on Quality of Patient Care and Health Services*. Productivity Press.
- Szoniecky, S., Ammi, M., & Saleh, I. (2019). *Challenges of the Internet of Things*. Wiley-ISTE.
- Wilken, J. (2015). *Ionic in Action: Hybrid Mobile Apps with Ionic and AngularJS*. Manning Publications.
- Yusuf, S., Phan, H., & Khanna, R. (2017). *Ionic : Hybrid Mobile App Development*. Packt Publishing.
- Ossebaard, H., & Gemert-Pijnen, L. (2016). eHealth and quality in health care: implementation time. *International Journal for Quality in Health Care* .
- Rahmani, M., Thanigaivelan, K., & Gia, N. (2015). Smart e-Health Gateway: Bringing intelligence to Internet-of-Things based ubiquitous healthcare systems. *IEEE*.
- Suciu, G., Martian, A., & Craciunescu, R. (2015). Big Data, Internet of Things and Cloud Convergence – An Architecture for Secure E-Health Applications. *Journal of Medical Systems*.

- Kamel, M., & Al-Shorbaji, N. (2014). On the Internet of Things, smart cities and the WHO Healthy Cities. *International Journal of Health Geographics*.
- Hanen, J., Kechaou, Z., & Ayed, M. B. (2016). An enhanced healthcare system in mobile cloud computing environment. *Vietnam Journal of Computer Science*.
- Griebel, L., Prokosch, H.-U., Köpck, F., & Toddenroth, D. (2015). A scoping review of cloud computing in healthcare. *BMC Medical Informatics and Decision Making*.
- Vitabile, S., Marks, M., Stojanovic, D., & Pllana, S. (2019). Medical Data Processing and Analysis for Remote Health and Activities Monitoring. *Lecture Notes in Computer Science*.
- Toly Chen, T.-C. (2019). Evaluating the sustainability of a smart technology application to mobile health care: the FGM–ACO–FWA approach. *Complex & Intelligent Systems*.
- Wicks, P., Stamford, J., Grootenhuis, M., & Haverman, L. (2014). Innovations in e-health. *Quality of Life Research*.
- Santos, L., & Takako, P. (2018). Analyzing the availability and performance of an e-health system integrated with edge, fog and cloud infrastructures. *Journal of Cloud Computing*.
- Serrano, A., Guzman, G., Xydopoulos, G., & Tarhini, A. (2018). Analysis of Barriers to the Deployment of Health Information Systems: a Stakeholder Perspective. *Information Systems Frontiers*.
- Chen, W., Chen, Z., & Cui, F. (2019). Collaborative and secure transmission of medical data applied to mobile healthcare. *BioMedical Engineering OnLine*.

Bharat Peddi, S., Yassine, A., & Shirmohammadi, S. (2015). Cloud Based Virtualization for A Calorie Measurement E-Health Mobile Application. *IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops*. Torino: University of Ottawa.

Terán, D. (2019). *Propuesta metodológica basada en conceptos de e-health para mejorar los problemas de movilidad y accesibilidad dentro de los centros de salud del ecuador permitiendo reducir el índice de ausentismo en las consultas médicas a ser aplicada a un caso de es*. Sangolqui: ESPE.