

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **DESARROLLO DE SISTEMA WEB Y APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN ODONTOLÓGICA EN EL CENTRO “JEMA DENTAL”**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ANÁLISIS DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**MARIA FERNANDA CÓRDOVA CÓRDOVA**

maria.cordova01@epn.edu.ec

**IVONNE VIRGINIA VEGA PEDRAZA**

ivonne.vega01@epn.edu.ec

**DIRECTOR: Ing. Byron Gustavo Loarte Cajamarca, MSc.**

byron.loarteb@epn.edu.ec

**CODIRECTOR: Ing. Luz Marina Vintimilla Jaramillo, MSc.**

marina.vintimilla@epn.edu.ec

**Quito, julio 2020**

## DECLARACIÓN

Nosotras Córdova Córdova María Fernanda y Vega Pedraza Ivonne Virginia, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación -COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional. Entregaremos toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

---

**María Fernanda Córdova Córdova**

---

**Ivonne Virginia Vega Pedraza**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Córdova Córdova María Fernanda y Vega Pedraza Ivonne Virginia, bajo nuestra supervisión.

---

**Ing. Byron Loarte, MSc.**

DIRECTOR DEL PROYECTO

---

**Ing. Luz Marina Vintimilla, MSc**

CODIRECTORA DEL PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, por ser el lugar donde aprendí tantos conocimientos para mi vida profesional y personal.

Agradezco a todos mis profesores y en especial al Ing. Byron Loarte e Ing. Luz Marina Vintimilla, por toda su ayuda en la asesoría de este proyecto de tesis.

Agradezco a todos mis familiares y amigos, por compartir y ser parte de esta etapa importante en mi vida.

**MARÍA FERNANDA CÓRDOVA CÓRDOVA**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por guiarme en cada paso que he dado y sobre todo por darme fortaleza en los momentos de debilidad.

A mi madre María, por su amor y sacrificio que ha hecho por mí y mis hermanos en todos estos años, por brindarme su apoyo en todo momento y no dejarme caer ante cualquier obstáculo que se me ha presentado.

A mis hermanos Erika y David, por estar siempre junto a mí y sobre todo por apoyarme y ser mi inspiración cada día.

A mi canhijo Valentino, por estar junto a mí en cada noche de desvelo en las cuales tenía que estudiar o hacer deberes y porque a pesar de que no es un ser humano me brinda su amor.

A todos los profesores que formaron parte de mi formación académica, por haber compartido sus conocimientos y en especial al Ing. Byron Loarte e Ing. Luz Marina Vintimilla, por sus enseñanzas, consejos y tiempo brindado y sobre todo por la guía, ayuda y dedicación para que este proyecto de titulación culmine con éxito.

A mis amigos, por brindarme una amistad sincera e incondicional desde el inicio de la carrera universitaria.

**IVONNE VIRGINIA VEGA PEDRAZA**

## **DEDICATORIA**

A toda mi familia, por ser mi mayor inspiración, motivación y ayudarme a cumplir todos los objetivos propuestos en mi vida.

**MARÍA FERNANDA CÓRDOVA CÓRDOVA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre y hermanos, quienes son el motor de mi vida, mi inspiración para seguir adelante; y que gracias a su amor y apoyo incondicional estoy logrando mis objetivos y metas propuestas.

A mis dos ángeles Tomás y María Virginia, que me cuidan y guían en cada momento y aunque no están presentes físicamente sé que celebran junto a mí cada logro.

**IVONNE VIRGINIA VEGA PEDRAZA**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Estructura del documento.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.3. Objetivo general.....	2
1.4. Objetivos específicos.....	2
1.5. Alcance .....	2
2. METODOLOGÍA.....	4
2.1. Metodología SCRUM.....	4
2.1.1. Roles centrales.....	5
2.1.2. Etapas de la Metodología.....	6
2.2. Diseño de interfaces del sistema web y aplicación móvil.....	8
2.2.1. Balsamiq.....	8
2.3. Diseño de la arquitectura del sistema web y aplicación móvil.....	9
2.3.1. Arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC).....	10
2.4. Herramientas de desarrollo .....	11
2.4.1. Herramienta para la base de datos.....	11
2.4.2. Herramientas para el desarrollo del sistema web.....	12
2.4.3. Herramientas para el desarrollo de la aplicación móvil.....	13
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
3.1. Sprint 0: Configuración del ambiente de desarrollo.....	15
3.1.1. Creación de la base de datos en Firebase.....	15
3.1.2. Estructura del proyecto .....	16
3.1.3. Usuarios.....	17
3.1.4. Requerimientos específicos para el sistema web y aplicación móvil.....	18
3.2. Sprint 1: Inicio de sesión del usuario administrador – módulo de especialidades, seguros, odontólogos y reportes.....	20
3.2.1. Inicio de sesión del usuario con el perfil administrador.....	21
3.2.2. Registrar, visualizar, modificar y eliminar especialidades.....	22
3.2.3. Registrar, visualizar, modificar y eliminar odontólogos.....	22
3.2.4. Registrar, visualizar, modificar y eliminar seguros odontológicos.....	23
3.2.5. Generar reportes .....	24
3.2.6. Visualizar y modificar la información del perfil del usuario.....	24



3.3.	Sprint 2: Inicio de sesión del usuario secretaria – módulo de pacientes, citas, tratamientos, pagos y solicitudes .....	25
3.3.1.	Inicio de sesión del usuario con el perfil secretaria .....	26
3.3.2.	Registrar, visualizar, modificar y eliminar pacientes.....	27
3.3.3.	Registrar, visualizar, modificar y eliminar citas médicas .....	27
3.3.4.	Registrar, visualizar, modificar y eliminar tratamientos de pacientes .....	28
3.3.5.	Registrar, visualizar y modificar pagos .....	29
3.3.6.	Visualizar, aprobar y negar solicitudes de formularios de queja, novedad y/o sugerencia .....	30
3.3.7.	Enviar notificaciones a odontólogos.....	31
3.3.8.	Visualizar y modificar la información del perfil del usuario.....	31
3.4.	Sprint 3: Registro e inicio de sesión del usuario paciente – módulo de citas, odontólogos, sugerencias médicas, formulario y notificaciones.....	32
3.4.1.	Registro e inicio de sesión del usuario paciente.....	32
3.4.2.	Registrar, visualizar, modificar y cancelar citas médicas .....	33
3.4.3.	Visualizar información de odontólogos .....	34
3.4.4.	Visualizar sugerencias médicas.....	34
3.4.5.	Registrar, modificar, eliminar y enviar una solicitud de formulario de queja, novedad y/o sugerencia .....	35
3.4.6.	Visualizar notificación de recordatorio de cita médica.....	36
3.4.7.	Visualizar la información del centro odontológico. ....	36
3.4.8.	Visualizar y modificar la información del perfil del usuario.....	37
3.5.	Sprint 4: Registro e inicio de sesión del usuario odontólogo – módulo de citas, tratamientos y sugerencias médicas .....	37
3.5.1.	Registro e inicio de sesión del usuario odontólogo .....	38
3.5.2.	Visualizar citas médicas asignadas .....	39
3.5.3.	Visualizar el historial de tratamientos de los pacientes .....	39
3.5.4.	Registrar, visualizar, modificar y eliminar sugerencias médicas .....	40
3.5.5.	Visualizar recordatorio de citas médicas .....	41
3.5.6.	Visualizar y modificar la información del perfil del usuario.....	41
3.6.	Sprint 5: Pruebas en el sistema web y aplicación móvil .....	42
3.6.1.	Pruebas unitarias.....	42
3.6.2.	Pruebas de funcionamiento.....	44
3.6.3.	Pruebas de aceptación.....	47
3.7.	Sprint 6: Despliegue del sistema web y aplicación móvil .....	50
3.7.1.	Despliegue del sistema web en Firebase .....	50
3.7.2.	Despliegue de la aplicación móvil .....	51
3.7.3.	Implantación del sistema web y aplicación móvil .....	52
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	53
4.1	Conclusiones.....	53

4.2	Recomendaciones .....	54
5.	BIBLIOGRAFÍA .....	55
6.	ANEXOS.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Prototipo de inicio de sesión del sistema web .....	9
Fig. 2: Prototipo de inicio de sesión de la aplicación móvil .....	9
Fig. 3: Arquitectura del sistema web .....	10
Fig. 4: Arquitectura de la aplicación móvil .....	11
Fig. 5: Colecciones de la base de datos en Cloud Firestore .....	16
Fig. 6: Estructura del proyecto del sistema web .....	17
Fig. 7: Estructura del proyecto de la aplicación móvil .....	17
Fig. 8: Usuarios del sistema web .....	18
Fig. 9: Usuarios de la aplicación móvil.....	18
Fig. 10: Inicio de sesión del usuario con el perfil administrador.....	21
Fig. 11: Página de inicio del usuario con el perfil administrador .....	21
Fig. 12: Formulario para el registro de una especialidad .....	22
Fig. 13: Formulario para registrar un odontólogo .....	23
Fig. 14: Formulario para registrar un seguro odontológico .....	23
Fig. 15: Formulario para generar reportes .....	24
Fig. 16: Módulo del usuario con el perfil administrador .....	25
Fig. 17: Inicio de sesión del usuario con el perfil secretaria.....	26
Fig. 18: Página de inicio del usuario secretaria .....	26
Fig. 19: Formulario para registrar un paciente.....	27
Fig. 20: Formulario para registrar una cita médica .....	28
Fig. 21: Formulario para registrar un tratamiento .....	29
Fig. 22: Formulario para registrar un pago .....	30
Fig. 23: Módulo de solicitudes de quejas, novedad y/o sugerencias.....	30
Fig. 24: Notificaciones para odontólogos.....	31
Fig. 25: Módulo del usuario con el perfil secretaria .....	31
Fig. 26: Página de inicio de sesión .....	33
Fig. 27: Página de inicio del usuario paciente .....	33
Fig. 28: Formulario de registro para un usuario con el perfil paciente.....	33
Fig. 29: Formulario para registrar una cita médica .....	34
Fig. 30: Pantalla para visualizar odontólogos por especialidad .....	34
Fig. 31: Pantalla para visualizar las sugerencias médicas.....	35
Fig. 32: Formulario para enviar una queja, novedad y/o sugerencia.....	35
Fig. 33: Notificación de recordatorio de cita médica.....	36
Fig. 34: Pantalla para visualizar información del centro odontológico .....	36
Fig. 35: Pantalla para visualizar información de contactos .....	36

Fig. 36: Pantalla con opciones para el usuario con el perfil paciente .....	37
Fig. 37: Pantalla para visualizar los datos personales .....	37
Fig. 38: Página de inicio de sesión .....	38
Fig. 39: Página de inicio del usuario con perfil odontólogo .....	38
Fig. 40: Formulario de registro para un usuario con el perfil odontólogo.....	39
Fig. 41: Pantalla para visualizar las citas médicas confirmadas .....	39
Fig. 42: Pantalla para visualizar los perfiles de los pacientes .....	40
Fig. 43: Pantalla para visualizar el historial de tratamientos de pacientes .....	40
Fig. 44: Formulario para registrar una sugerencia médica.....	40
Fig. 45: Notificación de citas confirmadas por atender en el día actual.....	41
Fig. 46: Pantalla con opciones para el usuario odontólogo.....	41
Fig. 47: Pantalla para visualizar los datos personales .....	41
Fig. 48: Prueba unitaria - validación de inicio de sesión del sistema web.....	43
Fig. 49: Prueba unitaria - validación de inicio de sesión de la aplicación móvil .....	43
Fig. 50: Prueba de carga #1 - 100 peticiones.....	45
Fig. 51: Prueba de carga #2 - 500 peticiones.....	45
Fig. 52: Prueba de carga #3 - 1000 peticiones.....	46
Fig. 53: Encuesta de aceptación - Pregunta 5.....	49
Fig. 54: Creación de un proyecto en Firebase.....	50
Fig. 55: Despliegue del sistema web bajo un dominio .....	51
Fig. 56: Pantalla de inicio de Google Play Console.....	51
Fig. 57: Resumen del lanzamiento de la aplicación móvil.....	52
Fig. 58: Publicación de la aplicación móvil en Play Store .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I: Equipo de trabajo y asignación de roles .....	5
TABLA II: Historia de Usuario 1- Inicio de sesión del usuario administrador en el sistema web .....	6
TABLA III: Librerías para el desarrollo del sistema web.....	14
TABLA IV: Librerías para el desarrollo de la aplicación móvil.....	14
TABLA V: Navegadores web que soportan el sistema web.....	47
TABLA VI: Dispositivos móviles aplicados a la prueba de la aplicación móvil .....	47
TABLA VII: Prueba de aceptación – Inicio de sesión del administrador y secretaria en el sistema web.....	48
TABLA VIII: Encuesta de aceptación - aplicación móvil.....	48

## RESUMEN

El centro odontológico “Jema Dental” ubicado en la ciudad de Quito, es una clínica odontológica integrada por 8 profesionales odontólogos y varias especialidades odontológicas como: odontología general, ortodoncia, periodoncia, etc. Mantiene convenios con varias entidades que ofrecen seguros médicos y es por ello que Jema Dental, ofrece sus servicios y atención odontológica a pacientes que cuentan con seguros médicos y pacientes particulares [1].

El centro odontológico diariamente atiende alrededor de 29 pacientes; sus registros se almacenan en cuadernos, en donde guarda información del agendamiento de citas, pagos de consultas, disponibilidad de odontólogos, etc. Todos estos procedimientos son llevados a cabo manualmente. Esta forma de trabajo ocasiona una serie de inconvenientes en la búsqueda de historias clínicas, pérdida de información, duplicidad e integridad de la información, carga de trabajo para el personal administrativo y malestar e inconformidad para cada uno de los pacientes, perjudicando la imagen del centro odontológico [1].

Hoy en día, el disponer de un software sea para un centro médico u odontológico se ha convertido en una herramienta indispensable para los profesionales de la salud, pacientes y administrativos, debido a una serie de beneficios que provee un sistema de información; la información digitalizada es estructurada, organizada, segura, íntegra, de manera que permite digitalizar procesos y procedimientos, ahorrar esfuerzo y por ende tiempo [2].

A causa de esto, el presente trabajo muestra el diseño, estructura, desarrollo e implementación de un sistema web y aplicación móvil, empleando la metodología ágil Scrum y herramientas de desarrollo libres. Se logró de esta manera automatizar los procesos de agendamiento de citas y realizar una adecuada gestión. Finalmente, toda la información fue almacenada en una base de datos no relacional, la cual es gestionada mediante la plataforma Firebase, mejorando así la organización de estos procesos y proporcionando acceso a la información por medio de la tecnología.

**Palabras clave:** Centro Odontológico, Pacientes, Odontólogos, Scrum, Ionic, Angular, Firebase.

## ABSTRACT

The dental center “Jema Dental” located in the city of Quito, is a dental clinic consisting of 8 dental professionals and various dental specialties such as general dentistry, orthodontia, periodontics, etc. It maintains agreements with several entities that offer health insurance, it is because of that Jema Dental offers its services and dental care to patients who have health insurance and private patients [1].

The dental center daily cares for around 29 patients; its records are stored in notebooks, where he keeps information on appointment scheduling, payment of consultations, availability of dentists, etc. in notebooks. All these procedures carried out manually. This form of work cause a series of inconveniences in the search for medical records, loss, duplication and completeness of the information, workload for the administrative staff and discomfort and dissatisfaction for each of the patients, damaging the reputation of the dental center [1].

Nowadays, having software for either a medical or dental center has become an essential tool for doctors, patients, and administrators, due to a series of benefits provided by an information system; digitized information is structured, organized, secure, integrates, in a way that allows digitizing processes and procedures, saves effort and therefore time [2].

Because of this, the present work shows the design, structure, development and implementation of a web system and mobile application, using the agile Scrum methodology and free development tools. Adapting in this way automates appointment scheduling processes and performs proper management. Finally, all the information is stored in a non-relational database, which is managed through the Firebase platform, thus improving the organization of these processes and access to information through technology.

**Keywords:** dental center, patients, dentists, Scrum, Ionic, Angular, Firebase

# 1. INTRODUCCIÓN

En esta sección, se analiza el problema, se determina los objetivos y el alcance del proyecto.

## 1.1. Estructura del documento

El presente documento técnico está separado en cuatro secciones, las cuales se encuentran detalladas de la siguiente manera:

En la sección I (Introducción) se encuentra el planteamiento del problema, objetivos, general, específicos y el alcance del proyecto.

En la sección II (Metodología) se detalla la metodología Scrum y su implementación en el proyecto. Además, se define la Recopilación de Requerimientos, Historias de Usuarios, Product Backlog o lista de producto, Sprint y las herramientas utilizadas para la codificación y despliegue del sistema web y aplicación móvil.

En la sección III (Resultados y Discusión) se detalla la manera de cómo se ejecutaron las tareas definidas en los diferentes Sprints y los resultados que se obtuvieron al concluir cada fase del desarrollo.

Finalmente, en la sección IV se encuentra descritas las conclusiones y recomendaciones sugeridas a lo largo del trascurso del desarrollo del proyecto integrador.

## 1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad, la salud dental requiere que los consultorios odontológicos no solo ofrezcan servicios de calidad, sino también brindar servicios administrativos eficientes para pacientes y especialistas. No obstante, en algunas ciudades del país existen consultorios odontológicos que trabajan de forma manual en el registro de la información y no llevan un control automatizado de procesos como el agendamiento de citas médicas, registro de pacientes, horarios de consulta, etc. [3].

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en la Provincia de Pichincha existen alrededor de 114 centros odontológicos privados [4]. Lo que conlleva a que se genere una gran cantidad de información.

El centro odontológico “Jema Dental” ubicado en la ciudad de Quito, diariamente atiende alrededor de 29 pacientes, en el cual el agendamiento de citas, pagos de



consultas y disponibilidad de odontólogos se los realiza de forma manual; ocasionando una serie de inconvenientes en la búsqueda de historias clínicas, pérdida, duplicidad e integridad de la información, esfuerzo innecesario para el personal administrativo y malestar e inconformidad para cada uno de los pacientes, perjudicando la imagen del centro odontológico [1].

El trabajo desarrollado ha implementado un sistema web para la gestión de la información de citas médicas, pacientes, horarios y registro de pagos. La aplicación móvil desarrollada permitirá a los pacientes agendar y consultar citas médicas, visualizar la disponibilidad de horarios, ahorrar tiempo y dinero en movilidad.

### **1.3. Objetivo general**

Desarrollar un sistema web y aplicación móvil para la gestión de la información odontológica en el centro “Jema Dental”.

### **1.4. Objetivos específicos**

- Determinar los requerimientos del sistema web y aplicación móvil.
- Diseñar la arquitectura, modelo de base de datos e interfaces del sistema web y aplicación móvil.
- Codificar el sistema web y aplicación móvil.
- Probar el funcionamiento del sistema web y aplicación móvil.

### **1.5. Alcance**

Los sistemas web son herramientas tecnológicas utilizadas ampliamente en el campo de la salud, medicina y en especial en centros médicos u odontológicos, ya que están destinadas a facilitar la labor diaria del personal y proporcionar una adecuada gestión de la información [5].

Por otra parte, el uso de las aplicaciones móviles en centros médicos ha tomado gran importancia, ya que proveen una serie de ventajas como el registro citas médicas, visualización de resultados, sugerencias médicas, etc. Convirtiéndose en herramientas necesarias para las nuevas generaciones [6].

En este proyecto se ha implementado un sistema web que permita cubrir las necesidades del centro odontológico en la gestión de citas médicas, pacientes, horarios de atención, odontólogos, pagos, etc. Mientras que la aplicación móvil permite que los pacientes puedan solicitar una cita médica desde cualquier lugar y en tiempo real. Los

beneficiarios directos del desarrollo de este proyecto son el personal del centro odontológico y sus pacientes, quienes hoy por hoy cuentan con una herramienta tecnológica para la gestión de citas de manera intuitiva, amigable, segura y robusta.

La propuesta planteada garantiza la seguridad, consistencia e integridad de los datos, del sistema web y de la aplicación móvil, utilizando un sistema para la autenticación de usuarios.

El sistema web consta de dos perfiles detallados a continuación:

**Perfil administrador:**

- Registrar, actualizar y eliminar odontólogos y horarios.
- Registrar, actualizar y eliminar especialidades odontológicas.
- Generar un reporte de la cantidad de pacientes atendidos.
- Generar un reporte de los pagos realizados por los pacientes.
- Generar un reporte de la cantidad de citas por odontólogo en un determinado tiempo.

**Perfil secretaria:**

- Registrar, actualizar y eliminar pacientes.
- Registrar, actualizar y eliminar pacientes con seguros de salud privados.
- Registrar, actualizar y eliminar citas médicas.
- Registrar y actualizar pagos realizados por los pacientes.
- Aprobar o negar las solicitudes de formularios de sugerencias, novedades o quejas.

La aplicación móvil consta de dos perfiles que se describen a continuación:

**Perfil odontólogo:**

- Visualizar citas médicas asignadas.
- Visualizar los perfiles de los pacientes.
- Realizar sugerencias médicas a los pacientes.
- Visualizar recordatorio de cita médica.

**Perfil paciente:**

- Registro en la aplicación mediante un formulario de registro.

- Visualizar información del centro odontológico.
- Visualizar el perfil de cada odontólogo.
- Registrar, actualizar y cancelar la cita médica.
- Visualizar las citas médicas atendidas.
- Visualizar sugerencias médicas.
- Visualizar recordatorio de cita médica.
- Enviar una solicitud de formulario de sugerencias, novedades o quejas.

## **2. METODOLOGÍA**

El desarrollo de software implica tomar en cuenta las siguientes etapas consecutivas: planificación, diseño, implementación y pruebas [7].

En la etapa de planificación la cual es la fase inicial y esencial para el desarrollo, se realizaron actividades primordiales como el análisis y levantamiento de requerimientos, de esta manera se logró obtener ideas principales que permitieron identificar las diferentes necesidades que se deseaban solventar, y con ello garantizando la culminación exitosa del proyecto.

Para garantizar la calidad y éxito en el desarrollo del sistema web y aplicación móvil se utilizó la metodología de desarrollo ágil SCRUM, debido a que es la más apropiada al momento de obtener los requerimientos y con ello elaborar la documentación respectiva como son: Historias de Usuario, Pila de producto o en inglés Product Backlog, Sprint Backlog y por lo tanto permitir la entrega de pequeños avances funcionales al finalizar cada uno de los Sprint planificados, logrando con ello, la aprobación y satisfacción del cliente.

Los datos obtenidos de los procesos internos y los requerimientos de los usuarios finales, permitió definir adecuadamente las herramientas de desarrollo, la estructura de la base de datos, las interfaces, los módulos y las diferentes funcionalidades que se desarrollaron en el sistema web y aplicación móvil.

### **2.1. Metodología SCRUM**

Scrum es una metodología ágil para el desarrollo de software, especializada en proyectos donde se requiere conseguir resultados de calidad en periodos cortos de tiempo y la interacción directa entre el cliente o interesado en las aplicaciones y el equipo de trabajo dedicado al desarrollo, permitiendo crear productos y servicios que se adapten a las necesidades del cliente [8].

### 2.1.1. Roles centrales

Los roles centrales son indispensables al momento de realizar proyectos y el éxito del proyecto depende de las personas involucradas con estos roles. Con la aplicación de la metodología Scrum se definieron los roles que se detallan a continuación:

#### Propietario del Producto (Product Owner)

Este rol está representado por la propietaria del centro odontológico, la cual en las diferentes reuniones establecidas fue la persona encargada de suministrar los requerimientos y datos necesarios sobre los procedimientos para el agendamiento de citas, pagos, registro de pacientes, etc.

#### Scrum Master

Este rol está representado por el director del proyecto integrador, el cual superviso que la metodología se lleve a cabo en cada una de las fases de desarrollo del proyecto. Además, ayudó a eliminar inconvenientes técnicos que evitaban avanzar con el desarrollo del proyecto [9].

#### Equipo de desarrollo (Development Team)

Este rol está representado por las autoras y desarrolladoras del presente proyecto quienes se encargaron del desarrollo del proyecto trabajando en conjunto y de esta manera presentando resultados incrementables de cada sprint en periodos cortos de tiempo [10].

En el progreso de desarrollo del presente proyecto, se formó un grupo de trabajo en el que cada integrante tiene asignado un rol, como presenta la TABLA I.

**TABLA I:** Equipo de trabajo y asignación de roles

<b>NOMBRE</b>	<b>ROL</b>
Lic. Jeaneth Casco	Product Owner
Ing. Byron Loarte	Scrum Master
Fernanda Córdova Ivonne Vega	Equipo de desarrollo

## 2.1.2. Etapas de la Metodología

Las etapas de la metodología SCRUM, permitieron que los roles mencionados anteriormente puedan realizar las tareas definidas y asegurar el cumplimiento de los periodos de tiempo establecidos en cada Sprint.

Los puntos que detallan a continuación describen cada una de las etapas necesarias de la metodología SCRUM.

### Recopilación de requerimientos

Es una etapa fundamental en el desarrollo de software, ya que una buena recopilación de requerimientos permite desarrollar un sistema apegado a la realidad, cumpliendo con las expectativas del cliente [11].

A través de varias reuniones con el personal administrativo, odontólogos y algunos pacientes del centro odontológico, se creó una lista general de los requerimientos necesarios para el desarrollo del sistema web y aplicación móvil, la cual se encuentra detallada en el Manual Técnico – Sección Recopilación de Requerimientos (pág. 2).

### Historias de usuario

Una Historia de Usuario es una pequeña descripción de una tarea o requerimiento que sintetiza la funcionalidad que debe incluir un sistema de software y aportando un valor significativo al cliente [12].

Las Historias de Usuarios sirvieron para detallar de manera simplificada la funcionalidad propuesta para incorporar el sistema web y aplicación móvil Jema Dental. A continuación, la TABLA II presenta una de las Historias de Usuario realizadas para el presente proyecto. Mientras que las 53 Historias de Usuario restantes se detallan en el Manual Técnico – Sección Historias de Usuario (pág. 6).

**TABLA II:** Historia de Usuario 1- Inicio de sesión del usuario administrador en el sistema web

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
<b>Identificador (ID):</b> HU001	<b>Usuario:</b> Administrador
<b>Nombre Historia:</b> Inicio de sesión del usuario administrador en el sistema web	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta

<b>Iteración Asignada: 1</b>
<b>Responsable (es):</b> Fernanda Córdova – Ivonne Vega
<p><b>Descripción:</b></p> <p>El usuario administrador, tiene la posibilidad de gestionar odontólogos, especialidades odontológicas, seguros médicos y reportes, para lo cual es necesario que se identifique en el sistema web con las credenciales correspondientes como son número de cédula y contraseña.</p> <p>El usuario administrador tiene la opción de cerrar sesión cuando sea necesario.</p>
<p><b>Observación:</b></p> <p>Las credenciales de acceso para el usuario administrador fueron proporcionadas por el equipo de desarrollo.</p> <p>El usuario administrador, tiene la posibilidad de modificar sus datos personales, así como la fotografía, nombres y apellidos, número de teléfono, correo electrónico y contraseña.</p>

## **Product Backlog**

Es un listado de todas las tareas que se van a realizar para la ejecución de cada requisito del sistema. Dichas tareas se organizan en función de sus prioridades, siendo una fuente imparable de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto [13].

El Product Backlog permitió enumerar todos los requerimientos funcionales pertenecientes al sistema web y aplicación móvil, es decir todas las actividades que deben realizar ambos sistemas, ordenándolos en base al valor, riesgos, dependencias y prioridades del negocio, como se presenta detallado en el Manual Técnico – Sección Product Backlog (pág.36).

## **Sprints de desarrollo**

Son una lista de actividades identificadas por el equipo de desarrollo, las cuales tienen un plazo máximo de 4 semanas, dichas actividades permiten descomponer un

proyecto en tareas más pequeñas permitiendo de esta manera cumplir con las actividades en los tiempos establecidos [14].

Una vez realizado la documentación respectiva desde la Recopilación de Requerimientos hasta la Pila de producto o Product Backlog en inglés y siguiendo la metodología, se procedió con la creación de diez Sprints de desarrollo: Configuración del ambiente de desarrollo, Inicio de sesión por parte del usuario administrador y usuario secretaria, Registro e inicio de sesión para el usuario paciente y para el usuario odontólogo, Pruebas y Despliegue del sistema web y aplicación móvil; detallados en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 40).

Por último, antes de ejecutar cada Sprint se realizó una planificación con el fin de tomar las mejores decisiones en el desarrollo del sistema web y aplicación móvil.

## **2.2. Diseño de interfaces del sistema web y aplicación móvil**

Concretados los requerimientos funcionales, se procede a describir la herramienta utilizada para el diseño de las interfaces del sistema web y aplicación móvil.

### **2.2.1. Balsamiq**

Herramienta creada con el objetivo de diseñar interfaces de usuario, la cual permite crear todo tipo de prototipos y bocetos en diferentes formatos. Permitiendo la creación de diseños minimalistas, realistas y sin tanto código [15].

La herramienta Balsamiq fue utilizada para crear las interfaces de las pantallas del sistema web y aplicación móvil, permitiendo presentar al usuario como van a visualizarse las aplicaciones al final de la implementación.

La Fig. 1 y 2, ilustra los inicios de sesión del sistema web y aplicación móvil respectivamente, mientras que el diseño de las 64 interfaces restantes se ilustra en el Manual Técnico – Sección Diseño de Interfaces (pág. 49).



Fig. 1: Prototipo de inicio de sesión del sistema web



Fig. 2: Prototipo de inicio de sesión de la aplicación móvil

### 2.3. Diseño de la arquitectura del sistema web y aplicación móvil

Después de haber determinado los requerimientos funcionales, se prosigue a definir el patrón de arquitectura que se utilizó para el desarrollo del sistema web y aplicación móvil.



### 2.3.1. Arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC)

Es un patrón de arquitectura de software, que propone separar en capas o componentes la interfaz, la lógica y los datos de una aplicación. Además sobre su función, también recae la gestión y comunicación entre estos componentes, logrando de esta manera garantizar la actualización y el mantenimiento del software [16].

La implementación de este patrón arquitectónico (MVC), permitió trabajar de forma independiente en las funciones de cada capa y lograr una adecuada distribución en lo que respecta al código, además de colaborar con la detección y corrección de errores en periodos de tiempo más cortos.

Por lo citado anteriormente, la Fig. 3 y 4 ilustran el diseño de la arquitectura del sistema web y aplicación móvil implementada de acuerdo con las herramientas que se utilizaran en cada uno de los sistemas.

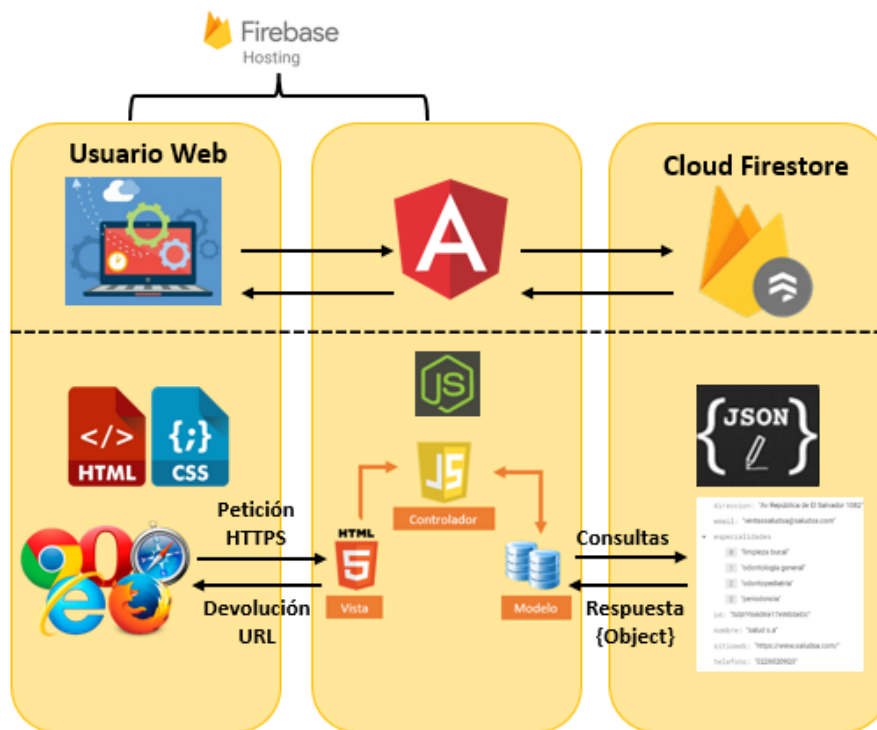


Fig. 3: Arquitectura del sistema web

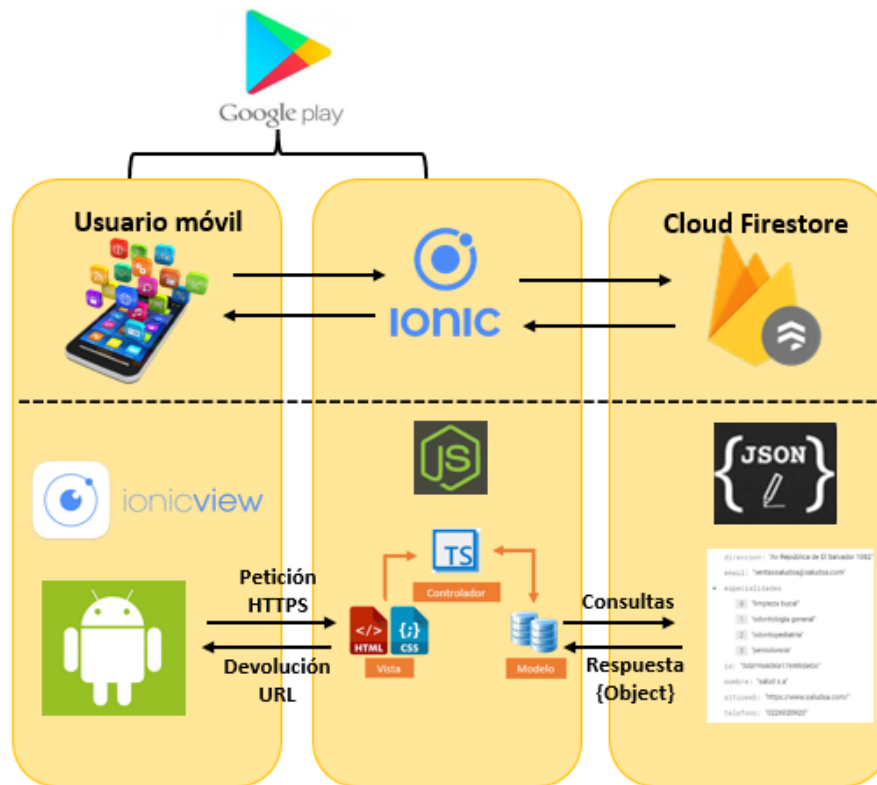


Fig. 4: Arquitectura de la aplicación móvil

## 2.4. Herramientas de desarrollo

Una vez establecido el patrón arquitectónico, se inicia a definir las herramientas utilizadas para desarrollar el sistema web y aplicación móvil, al igual que la creación de la base de datos.

### 2.4.1. Herramienta para la base de datos

#### Firestore

Es una plataforma orientada a trabajar como de back-end, especialmente en el desarrollo de aplicaciones web o móviles de manera más sencilla y segura, la cual tiene como objetivo principal el permitir compilar e integrar aplicaciones potentes, seguras y escalables con una infraestructura de primer nivel. Además, provee una serie de servicios y herramientas como: Cloud Firestore, Firebase Authentication, Cloud Messaging, Firebase Hosting, etc. [17].

#### Cloud Firestore

Es un tipo de base de datos NoSQL<sup>1</sup> rápida, flexible y escalable en el cual los datos son almacenados en documentos y organizados en colecciones permitiendo de esta manera almacenar y sincronizar en tiempo real los datos [18].

Para el desarrollo del sistema web y aplicación móvil, la utilización de Cloud Firestore permitió de manera más sencilla el almacenamiento de los datos por medio de documentos que son parecidos a un JSON<sup>2</sup>, logrando una sincronización de los datos en tiempo real.

## 2.4.2. Herramientas para el desarrollo del sistema web

### Angular

Es un Framework moderno diseñado para el desarrollo de aplicaciones web, el cual utiliza lenguaje de programación TypeScript, permitiendo una comunicación sencilla y optimizada en diferentes back-end a través de varios módulos y bibliotecas que se importan cada vez que sea necesario [19].

Para el desarrollo del sistema web, Angular permitió organizar y estructurar los módulos y varias secciones de páginas en componentes reutilizables, garantizando de esta manera que el sistema web sea más ligero y rápido. Además, de obtener una serie de ventajas al trabajar con varios componentes.

- **HTML:** permitió diseñar y estructurar el sitio web, mediante un grupo de etiquetas que ayudaron a crear vistas e insertar varios elementos como: texto, imágenes, listas, tablas, etc.
- **CSS:** permitió definir la apariencia y presentación del sistema web, implementando colores, formatos, estilos y fuentes de los distintos elementos; logrando dividir la estructura del código HTML para su presentación.
- **TypeScript:** permitió establecer la lógica del proyecto a través del código fuente, animaciones y al igual que la comunicación con servicios y otros componentes del sistema web.

### Angular Material

---

<sup>1</sup> **Bases de datos NoSQL:** Son aquellas que no aplican el modelo relacional y sus características, los datos almacenados no necesitan de estructuras inalterables como tablas para lo cual utiliza colecciones [37].

<sup>2</sup> **JSON:** *JavaScript Object Notation – Notación de objetos de JavaScript* es un formato de texto plano para el intercambio de información, común mente usando en aplicaciones web [38].

Es una librería de estilos para componentes web basado en Material Design<sup>3</sup>, una guía de estilos creada por Google para el desarrollo web. Angular material, utiliza un conjunto de componentes y directivas predefinidas las cuales son independientes de los dispositivos, permitiendo construir aplicaciones web reutilizables, rápidas y atractivas a los usuarios [20].

En el desarrollo del sistema web Angular Material, hizo posible optimizar y mejorar el diseño y la presentación de las etiquetas HTML debido a una variedad de componentes reutilizables y la facilidad de implementarlos, logrando de esta manera obtener una aplicación más intuitiva y visualmente atractiva al usuario.

### **FCM (Firebase Cloud Messaging)**

Es un recurso de mensajería multiplataforma que permite enviar mensajes y notificaciones de forma rápida, segura y gratuita. Los mensajes de notificaciones pueden ser enviados a dispositivos individuales o colectivos [21].

La utilización de FCM, permitió generar un token<sup>4</sup> en el dispositivo móvil logrando con ello él envió de notificaciones al sistema web y viceversa.

### **jSPDF**

Es una librería que se utiliza para crear documentos PDF en JavaScript, de manera sencilla y adaptable, utilizando una plantilla HTML. Además, esta librería se ejecuta únicamente en el lado del cliente [22].

jSPDF permitió la creación de reportes en formato PDF en el sistema web, los cuales permiten presentar la información que se encuentra registrada en la base de datos de una forma adecuada y organizada con el fin de facilitar la toma de decisiones para una mejora continua del centro odontológico.

## **2.4.3. Herramientas para el desarrollo de la aplicación móvil**

### **Ionic**

---

<sup>3</sup> **Material Design:** Sistema de diseño basado en objetos desarrollado por Google con el objetivo de ser capaz de adaptarse a múltiples dispositivos y plataformas mejorando la experiencia del usuario [39].

<sup>4</sup> **Token:** Conocido como registrationToken, es una identificación emitida por servidores de conexión de Google Cloud Messaging a la aplicación cliente que le permitiéndole recibir mensajes [47].

Es un marco de trabajo de código abierto para el desarrollo de aplicaciones híbridas o multiplataforma con alta eficacia para iOS, Android y la web; permitiendo reutilizar y empaquetar el código para múltiples versiones, siendo actualmente una de las mejores alternativas en el desarrollo de aplicaciones móviles [23].

Con la ayuda de esta herramienta se pudo desarrollar una sola aplicación que funciona tanto para Android como para iOS, con esto no fue necesario desarrollar una aplicación para cada una de estas plataformas.

### Apache Cordova

Es un entorno de trabajo mayormente utilizado para el desarrollo multiplataforma de aplicaciones móviles como iOS y Android, ahorrando la codificación en lenguajes nativos [24].

Apache Cordova permitió la utilización de tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript, logrando evitar la utilización del lenguaje nativo de cada una de las plataformas indicadas para la creación de la aplicación móvil en el presente proyecto.

### Librerías

Las TABLAS III y IV presentadas a continuación, detallan las librerías que se utilizaron en el desarrollo del sistema web y aplicación móvil, adicional presentan una descripción resumida de su funcionalidad.

**TABLA III:** Librerías para el desarrollo del sistema web

LIBRERÍA	DESCRIPCIÓN
<b>"sweetalert2": "^9.10.9"</b>	Permite mostrar alertas y diálogos de confirmación.
<b>"jspdf-autotable": "^3.2.13"</b>	Permite generar tablas en PDF
<b>"ngx-toastr": "^11.3.0"</b>	Permite mostrar notificaciones y alertas.
<b>"hammerjs": "^2.0.8"</b>	Permite reconocer gestos del ratón y eventos de puntero

**TABLA IV:** Librerías para el desarrollo de la aplicación móvil

LIBRERÍA	DESCRIPCIÓN
----------	-------------

"@ionic-native/camera": "^5.20.0"	Permite el acceso a la cámara e imágenes de los dispositivos móviles.
"@ionic-native/local-notifications": "^5.23.0"	Permite enviar notificaciones locales en el dispositivo móvil.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente sección, describe de forma resumida la implementación y resultados que se obtuvieron de cada uno de los Sprints, pruebas de funcionalidad, unitarias y de aceptación; adicional se detalla el proceso de despliegue del sistema web y aplicación móvil.

#### 3.1. Sprint 0: Configuración del ambiente de desarrollo

Tomando en cuenta la planificación descrita en el Sprint Backlog especificado en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 40), en el Sprint 0 se encuentran las tareas necesarias para preparar el entorno de desarrollo y poder trabajar en el Product Backlog. A continuación, se presentan las tareas definidas dentro de este Sprint.

- Creación de la base de datos en Firebase
- Estructura del proyecto
- Usuarios
- Requerimientos específicos para el sistema web y aplicación móvil

##### 3.1.1. Creación de la base de datos en Firebase

La creación de la base de datos para el sistema web y aplicación móvil se realizó con la plataforma Firebase, en especial el servicio Cloud Firestore que almacena y sincroniza datos en tiempo real para una mejor comunicación.

La Fig. 5, ilustra las colecciones que conforman la base de datos NoSQL, la cual contiene documentos con la estructura de un JSON en el cual se almacena la información, realizando lo siguiente:

- Creación de la base de datos llamada jema-dental.
- Creación de 10 colecciones.

Por último, la base de datos detallada se encuentra ilustrado en el Manual Técnico – Sección Diseño de la Base de Datos (pág. 82).



Fig. 5: Colecciones de la base de datos en Cloud Firestore

### 3.1.2. Estructura del proyecto

El editor de código Visual Studio Code<sup>5</sup>, fue la herramienta utilizada para la creación del proyecto, tomando en cuenta el patrón arquitectónico de tres capas (MVC), creado las clases y componentes necesarios para la integración y desarrollo de los sistemas propuestos.

La Fig. 6 y 7, detallan el contenido de las carpetas más relevantes presentes en la estructura del proyecto.

- **Carpeta src:** contiene los módulos principales al igual que el código del sistema web y aplicación móvil.
- **Carpeta pages:** almacena los componentes y páginas de las aplicaciones, como son: perfiles de usuarios, registro de citas médicas, envío de solicitudes, etc.
- **Carpeta models:** contiene enlistados todos los modelos utilizados en las aplicaciones, basados en el tipo de dato que se usa en la base de datos.
- **Carpeta guards:** contiene y describe los métodos que utilizados para proteger el enrutamiento del sistema web y aplicación móvil.

<sup>5</sup> **Visual Studio Code:** Editor de código gratuito capaz de soportar diversos lenguajes de programación, demostrando hoy por hoy el editor preferido por miles de desarrolladores. Además, posee varias funcionalidades prácticas al momento de trabajar con código [36].

- **Carpeta service:** almacena todas las funciones necesarias para compartir las funcionalidades y métodos (CRUD<sup>6</sup>) entre componentes.

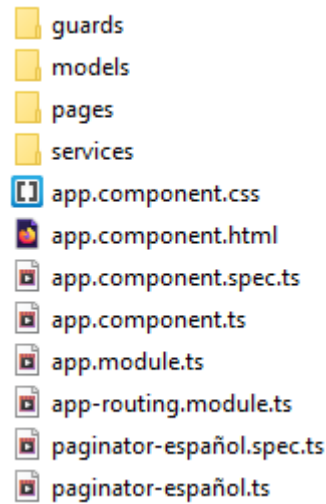


Fig. 6: Estructura del proyecto del sistema web

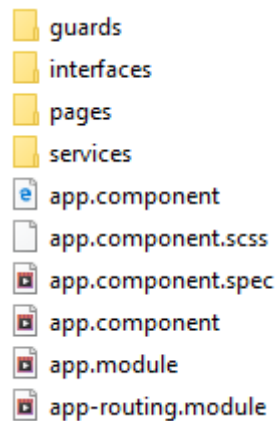


Fig. 7: Estructura del proyecto de la aplicación móvil

### 3.1.3. Usuarios

La Fig. 8 y 9, ilustran las interacciones de los usuarios con el sistema web y aplicación móvil de acuerdo a sus roles y permisos designadas. Adicional, cada uno de los usuarios puede acceder a los diferentes servicios que presentan las aplicaciones.

<sup>6</sup> **CRUD:** Es un acrónimo usado para referirse a las funciones requeridas por un usuario para crear y gestionar datos, dichas funciones están adaptadas tanto para la gestión de base de datos o para el uso de aplicaciones [48].



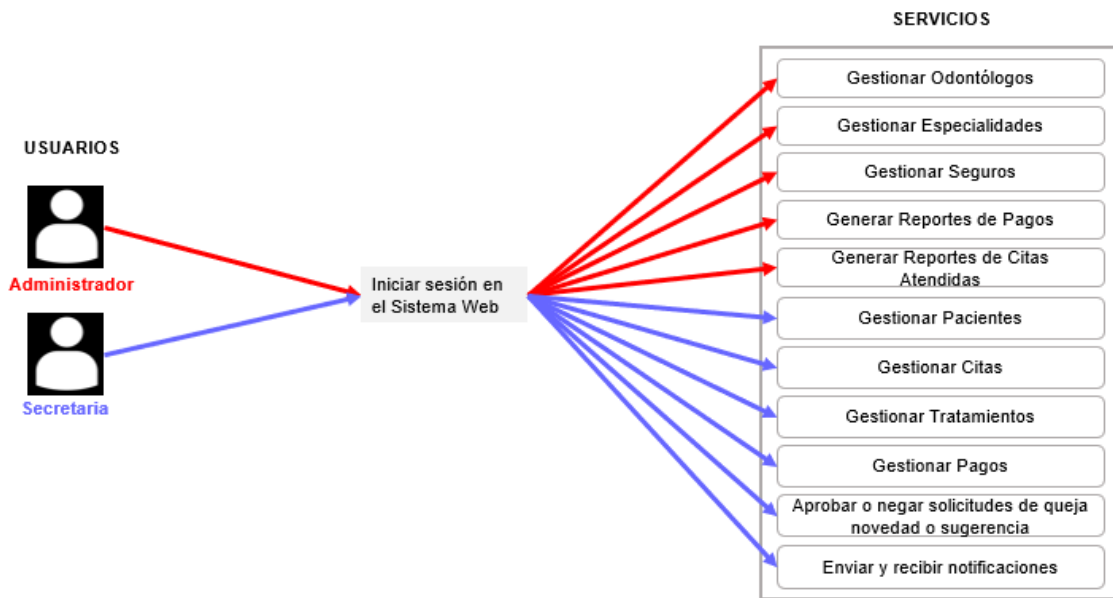


Fig. 8: Usuarios del sistema web

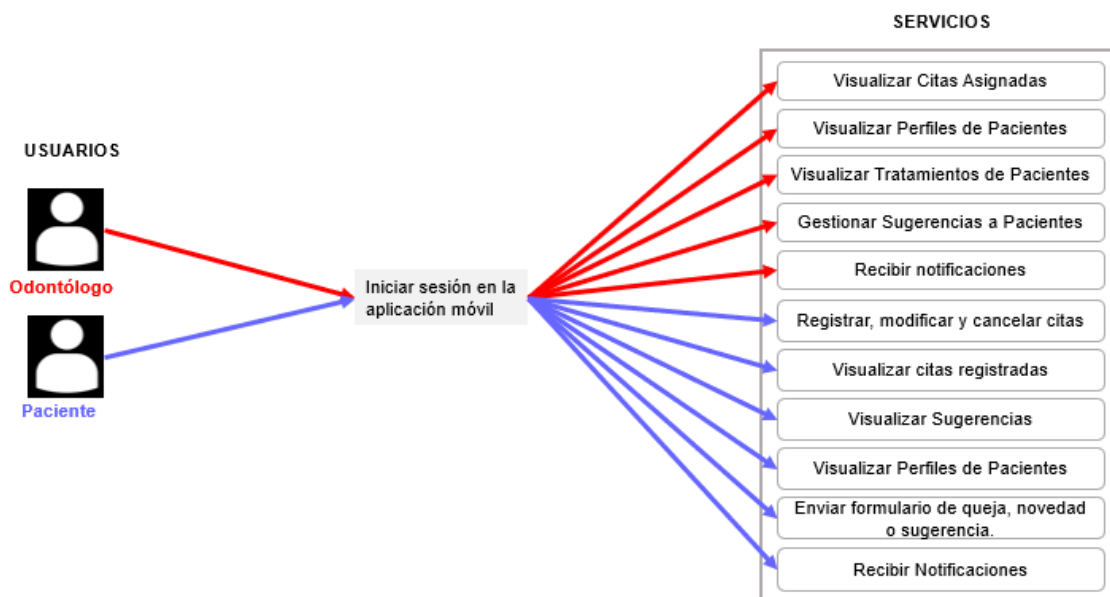


Fig. 9: Usuarios de la aplicación móvil

### 3.1.4. Requerimientos específicos para el sistema web y aplicación móvil

#### Autenticación de usuarios

Para iniciar sesión en el sistema web y aplicación móvil los usuarios pueden hacerlo con sus respectivas credenciales:

- **Número de identificación:** puede contener de 9 caracteres como mínimo y 15 caracteres como máximo; adicional de permitir caracteres alfanuméricos.

- **Contraseña:** debe tener mínimo 8 caracteres y obligatoriamente 1 letra mayúscula.

El sistema web y aplicación móvil cuenta con la posibilidad de registrar todo tipo de identificación en los módulos de pacientes y odontólogos respectivamente.

El número de identificación registrado en el perfil administrador, secretaria, odontólogo y paciente no puede ser modificado ni registrado en una nueva cuenta con otro perfil.

El sistema web, permite únicamente iniciar sesión al usuario administrador y al usuario secretaria. El equipo de desarrollo proporcionará las credenciales de acceso al administrador y secretaria para que puedan iniciar sesión respectivamente.

El correo electrónico registrado en el perfil administrador, secretaria, odontólogo y paciente no puede ser utilizado en la creación de una nueva cuenta con otro perfil.

Los usuarios con el perfil administrador, secretaria y odontólogo, no pueden ser registrados como usuarios pacientes debido a las políticas internas del centro odontológico.

En la aplicación móvil, únicamente pueden iniciar sesión odontólogos y pacientes, usando las credenciales que hayan registrado al momento de crear su cuenta con el respectivo perfil.

Para el registro en la aplicación móvil los usuarios odontólogos y pacientes deben llenar un formulario con sus respectivos datos.

Los usuarios odontólogos y pacientes que se encuentren registrados previamente en el sistema web y decidan registrarse en la aplicación móvil, cuentan con la opción de ingresar su número de identificación en el formulario de registro y automáticamente se despliega la información registrada en el sistema web, para que únicamente tengan que ingresar la contraseña en la creación de la cuenta.

Los usuarios pacientes que no se encuentren registrados en el sistema web y decidan registrarse en la aplicación móvil, deben llenar todos los campos del formulario de registro para la creación de una nueva cuenta, tomando en cuenta que estos usuarios se registran sin un tipo de seguro odontológico.

Los usuarios pacientes desde la aplicación móvil únicamente tienen la posibilidad de agendar citas médicas en la especialidad de odontología general. Sin embargo, si desean agendar una cita médica en otra especialidad tienen que comunicarse con el centro odontológico debido a las políticas internas del mismo.

### **Restablecimiento de contraseñas**

Los usuarios, administrador, secretaria, odontólogo y paciente pueden restablecer la contraseña a través de los siguientes pasos:

1. Ingresar el correo electrónico de la cuenta registrada.
2. El sistema web y aplicación móvil envían un correo con un enlace, el cual deben ingresar los usuarios.
3. Se presenta una pantalla con los campos: nueva contraseña y confirmar contraseña.
4. El usuario crea una nueva contraseña de acceso.
5. El usuario inicia sesión con la nueva contraseña.

## **3.2. Sprint 1: Inicio de sesión del usuario administrador – módulo de especialidades, seguros, odontólogos y reportes**

Tomando en cuenta la planificación descrita en el Sprint Backlog especificado en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 40).

En el Sprint 1 se encuentra la implementación del inicio de sesión y la gestión de los módulos asignados al usuario administrador en el sistema web. Las tareas establecidas para este Sprint son las siguientes:

- Inicio de sesión del usuario administrador
- Registrar, visualizar, modificar y eliminar especialidades
- Registrar, visualizar, modificar y eliminar odontólogos
- Registrar, visualizar, modificar y eliminar seguros odontológicos
- Generar reportes
- Visualizar y modificar la información del perfil del usuario.

### 3.2.1. Inicio de sesión del usuario con el perfil administrador

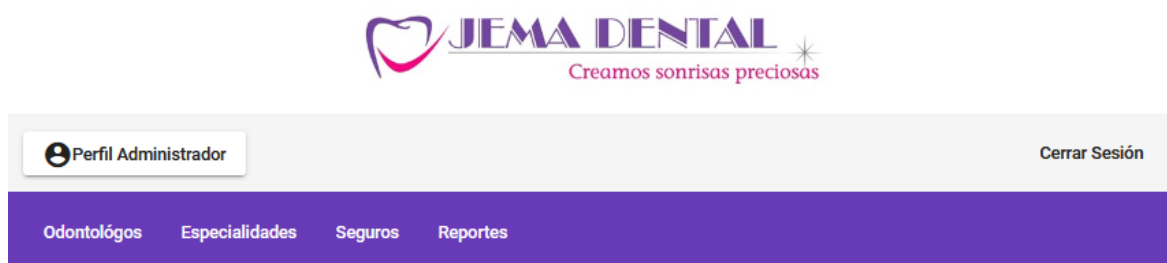
El centro odontológico determinó que el usuario administrador inicie sesión con las credenciales proporcionadas por el equipo de desarrollo, como ilustra la Fig. 10. El sistema web confirma que el usuario se encuentre registrado y verifica el perfil al que pertenece el usuario y lo redirecciona a la página de inicio que contiene los módulos asignados, como ilustra Fig. 11.

En el Manual de Usuario – Sección 1.1, 1.2 y 2.1, se encuentra detallado el inicio de sesión, cambio de contraseña y el menú de la página de inicio del usuario con el perfil administrador (pág. 2).



The image shows the login interface for the administrator profile. At the top, there is the JEMA DENTAL logo with the tagline "Creamos sonrisas preciosas". Below the logo is a purple button labeled "INICIAR SESIÓN". Underneath the button is a login form with two input fields: "Cédula" (with a person icon) and "Contraseña" (with an eye icon). A purple "Iniciar Sesión" button is centered below the fields. At the bottom of the form, there is a link that says "¿Olvidaste la contraseña?".

Fig. 10: Inicio de sesión del usuario con el perfil administrador

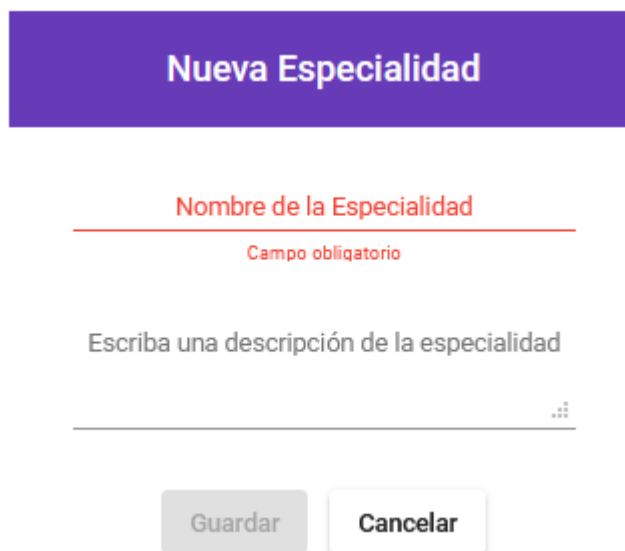


The image shows the administrator dashboard home page. At the top, there is the JEMA DENTAL logo with the tagline "Creamos sonrisas preciosas". Below the logo is a navigation bar with a "Perfil Administrador" button (with a person icon) and a "Cerrar Sesión" button. Below the navigation bar is a purple menu bar with the following items: "Odontólogos", "Especialidades", "Seguros", and "Reportes".

Fig. 11: Página de inicio del usuario con el perfil administrador

### 3.2.2. Registrar, visualizar, modificar y eliminar especialidades

La Fig. 12, muestra el formulario para registrar una especialidad y la respectiva validación de cada uno de los campos que conforman el formulario. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 2.3, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y eliminar una especialidad (pág. 10).



The image shows a web form titled "Nueva Especialidad" in a purple header. Below the header, there is a red label "Nombre de la Especialidad" followed by a red underline and the text "Campo obligatorio". Underneath is a text input field with the placeholder "Escriba una descripción de la especialidad" and a small grid icon on the right. At the bottom, there are two buttons: "Guardar" (disabled) and "Cancelar" (active).

**Fig. 12:** Formulario para el registro de una especialidad

### 3.2.3. Registrar, visualizar, modificar y eliminar odontólogos

La Fig. 13, muestra el formulario para registrar un odontólogo y la respectiva validación de cada uno de los campos que conforman el formulario. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 2.2, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y eliminar un odontólogo (pág. 6).

**Fig. 13:** Formulario para registrar un odontólogo

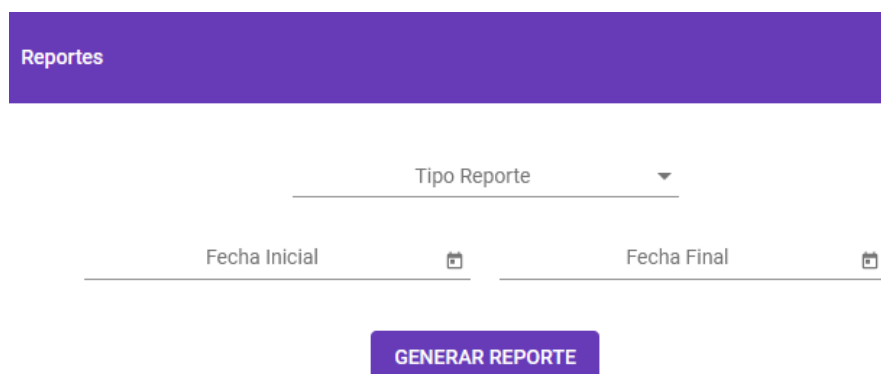
### 3.2.4. Registrar, visualizar, modificar y eliminar seguros odontológicos

La Fig. 14, muestra el formulario para registrar un seguro odontológico y la respectiva validación de cada uno de los campos que conforman el formulario. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 2.4, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y eliminar un seguro odontológico (pág. 14).

**Fig. 14:** Formulario para registrar un seguro odontológico



### 3.2.5. Generar reportes

La Fig. 15, muestra el formulario para generar reportes en un rango de fechas determinadas. No obstante, en el Manual de Usuario – Sección 2.5, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para generar reportes de pagos generales, pagos por paciente, citas atendidas por odontólogo y pacientes atendidos (pág. 18).



Reportes

Tipo Reporte ▼

Fecha Inicial  Fecha Final 

GENERAR REPORTE

**Fig. 15:** Formulario para generar reportes

### 3.2.6. Visualizar y modificar la información del perfil del usuario

La Fig. 16, muestra los datos personales del usuario administrador y las opciones de cambio de contraseña y correo electrónico. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 2.1, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar y modificar la información personal del usuario con el perfil administrador (pág. 4).

Fig. 16: Módulo del usuario con el perfil administrador

### 3.3. Sprint 2: Inicio de sesión del usuario secretaria – módulo de pacientes, citas, tratamientos, pagos y solicitudes

Tomando en cuenta la planificación descrita en el Sprint Backlog especificado en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 40).

En el Sprint 2 se encuentra la implementación del inicio de sesión y la gestión de los módulos asignados al usuario secretaria en el sistema web. Las tareas establecidas para este Sprint son las siguientes:

- Inicio de sesión del usuario con el perfil secretaria
- Registrar, visualizar, modificar y eliminar pacientes
- Registrar, visualizar, modificar y eliminar citas médicas
- Registrar, visualizar, modificar y eliminar tratamientos de pacientes
- Registrar, visualizar y modificar pagos
- Visualizar, aprobar y negar solicitudes de formulario de queja, novedad y/o sugerencia
- Enviar notificaciones a odontólogos



- Visualizar y modificar la información del perfil del usuario

### 3.3.1. Inicio de sesión del usuario con el perfil secretaria

El centro odontológico determinó que el usuario secretaria inicie sesión con las credenciales proporcionadas por el equipo de desarrollo, como ilustra la Fig. 17. El sistema web confirma que el usuario se encuentre registrado y verifica el perfil al que pertenece el usuario y lo redirecciona a la página de inicio que contiene los módulos asignados, como ilustra la Fig. 18.

En el Manual de Usuario – Sección 1.1, 1.2 y 3.1, se encuentra detallado el inicio de sesión, cambio de contraseña y el menú de la página de inicio del usuario con el perfil secretaria (pág. 19).



Fig. 17: Inicio de sesión del usuario con el perfil secretaria



Fig. 18: Página de inicio del usuario secretaria

### 3.3.2. Registrar, visualizar, modificar y eliminar pacientes

La Fig. 19, muestra el formulario para registrar un paciente y la respectiva validación de cada uno de los campos que conforman el formulario. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 3.2, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y eliminar un paciente (pág. 22).

The image shows a web form titled "Nuevo Paciente" (New Patient). At the top is a purple header bar with the text "Nuevo Paciente" in white. Below the header is a circular icon representing a person's profile. The form consists of several input fields arranged in two columns. The left column contains: "N° Historia Clínica", "Nombres y Apellidos", and "Teléfono". The right column contains: "Seguro" (a dropdown menu with a red error message "Seleccione el seguro del paciente" below it), "Número de cédula", and "Email". At the bottom center of the form are two buttons: "Guardar" (Save) and "Cancelar" (Cancel).

**Fig. 19:** Formulario para registrar un paciente

### 3.3.3. Registrar, visualizar, modificar y eliminar citas médicas

La Fig. 20, muestra el formulario para registrar una cita médica y la respectiva validación de cada uno de los campos que conforman el formulario.

Para registrar una nueva cita médica el paciente debe estar registrado previamente, caso contrario el usuario con el perfil secretaria no podrá registrar una nueva cita médica. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 3.3, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y eliminar una cita médica. (pág. 26)

Nueva Cita Médica

<div style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">Cédula Pacientes</div> <div style="color: red; font-size: small; text-align: center;">Seleccione el paciente</div>	Nombre del Paciente
Teléfono del Paciente	Seguro del Paciente
Especialidad <span style="float: right;">▼</span>	Odontólogo <span style="float: right;">▼</span>
Seleccione la fecha <span style="float: right;">📅</span>	Seleccione la hora <span style="float: right;">▼</span>
<div style="border-bottom: 1px solid #ccc; margin: 0 auto; width: 60%; text-align: center;">           Seleccione el estado de la cita <span style="float: right;">▼</span> </div>	
<div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="background-color: #ccc; padding: 5px 15px; border: 1px solid #ccc; border-radius: 3px;">Guardar</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px 15px; border-radius: 3px;">Cancelar</div> </div>	

**Fig. 20:** Formulario para registrar una cita médica

### 3.3.4. Registrar, visualizar, modificar y eliminar tratamientos de pacientes

La Fig. 21, muestra el formulario para el registro de un tratamiento realizado a los pacientes, y la respectiva validación de cada uno de los campos que conforman el formulario.

Para registrar un nuevo tratamiento el paciente debe estar registrado previamente, caso contrario el usuario con el perfil secretaria no podrá registrar un tratamiento. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 3.4, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y eliminar un tratamiento (pág. 30).

**Nuevo Tratamiento**

Seleccione la fecha   
Fecha Incorrecta

Cédula Paciente	Nombre del Paciente
Seguro del Paciente	<input type="checkbox"/> No aplica
Especialidad <span style="float: right;">▼</span>	Odontólogo <span style="float: right;">▼</span>
Tratamiento <span style="float: right;">⋮</span>	Valor \$
Observación <span style="float: right;">⋮</span>	

Guardar Cancelar

**Fig. 21:** Formulario para registrar un tratamiento

### 3.3.5. Registrar, visualizar y modificar pagos

La Fig. 22, muestra el formulario para el registro de un pago y la respectiva validación de cada uno de los campos que conforman el formulario. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 3.5, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar y modificar un pago (pág. 34). No obstante, el módulo de pagos no cuenta con una opción para eliminar los registros de los pagos debidos a que este tipo de información no puede ser eliminada de la base datos, según políticas del centro odontológico.

Nuevo Pago

Fecha de pago  
3/6/2020

---

Cédula del paciente

Campo Obligatorio

Seguro ▼

Nombres y Apellidos

tratamiento ▼

Valor Total \$ \_\_\_\_\_

Último valor cancelado \$ \_\_\_\_\_

Valor a Pagar \$ \_\_\_\_\_

Valor pendiente \$ \_\_\_\_\_

Guardar

Cancelar

**Fig. 22:** Formulario para registrar un pago

### 3.3.6. Visualizar, aprobar y negar solicitudes de formularios de queja, novedad y/o sugerencia

La Fig. 23, ilustra todas las solicitudes que son enviadas por el usuario con el perfil paciente desde la aplicación móvil, para que estas puedan ser aprobadas o rechazadas. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 3.6, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para aprobar o negar las solicitudes. El usuario con el perfil secretaria, puede aprobar o rechazar cada una de las solicitudes según las políticas del centro odontológico (pág. 38).



Perfil Secretaria
Notificar Odontólogos Cerrar Sesión

Pacientes
Citas Médicas
Tratamientos
Pagos
Solicitudes

SOLICITUDES DE QUEJAS, NOVEDADES Y SUGERENCIAS

No.	Fecha Solicitud	Nombre Solicitante	Email	Tipo de Solicitud	Descripción	Estado	Respuesta	Acción
1	28/04/2020	Ivonne Vega	ivonne.vega01@epn.edu.ec	Sugerencia	Deberían Implementar Una Nueva Especialidad Odontologica	Negada	Son Decisiones Internas Del Centro Odontologico	
2	28/04/2020	Ivonne Vega	ivonne.vega01@epn.edu.ec	Novedad	Las Sillas De La Sala De Espera Estaban Dañadas	Pendiente		Aprobar ✓ Negar ✗
3	28/04/2020	Ivonne Vega	ivonne.vega01@epn.edu.ec	Queja	Mala Atención De La Secretaria Al Solicitar Información	Aprobada	Tomaremos Medidas Al Respecto,	
4	26/04/2020	Maria Fernanda Cordova	fc36350@gmail.com	Queja	Mal Servicio En Recepción	Pendiente		Aprobar ✓ Negar ✗
5	15/04/2020	Juanita	juanita@hotmail.com	Queja	No Habia Atención	Negada	Solicitud Rechazada	

**Fig. 23:** Módulo de solicitudes de quejas, novedad y/o sugerencias

### 3.3.7. Enviar notificaciones a odontólogos

La Fig. 24, ilustra un modal de confirmación para enviar la cantidad de citas médicas que tienen que atender en el día cada uno de los odontólogos. Las notificaciones son enviadas por el usuario con el perfil secretaria desde el sistema web. No obstante, en el Manual de Usuario – Sección 3.1, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para enviar la notificación a los odontólogos (pág. 19).

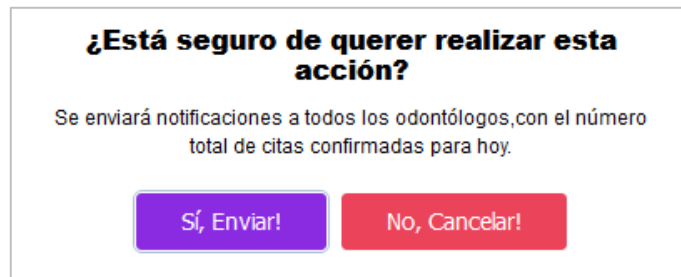


Fig. 24: Notificaciones para odontólogos

### 3.3.8. Visualizar y modificar la información del perfil del usuario

La Fig. 25, muestra los datos personales del usuario secretaria y las opciones de cambio de contraseña y correo electrónico. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 3.1, se encuentra detallado de mejor manera los pasos para visualizar y modificar la información personal del usuario con el perfil secretaria (pág. 19).

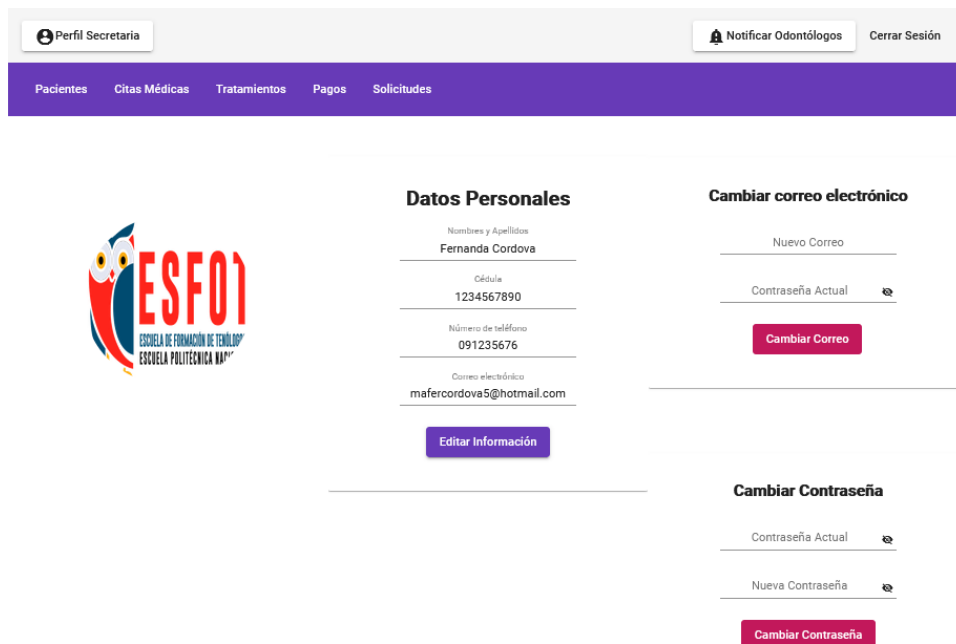


Fig. 25: Módulo del usuario con el perfil secretaria

### **3.4. Sprint 3: Registro e inicio de sesión del usuario paciente – módulo de citas, odontólogos, sugerencias médicas, formulario y notificaciones**

Tomando en cuenta la planificación descrita en el Sprint Backlog especificado en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 40).

En el Sprint 4 se encuentra la implementación del registro, inicio de sesión y la gestión de los módulos asignados al usuario paciente en la aplicación móvil. Las tareas establecidas para este Sprint son las siguientes:

- Registro e inicio de sesión del usuario paciente
- Registrar, visualizar, modificar y cancelar citas médicas
- Visualizar información de odontólogos
- Visualizar sugerencias médicas
- Registrar, visualizar, modificar, eliminar y enviar formulario de queja, novedad y/o sugerencia
- Visualizar notificación de recordatorio de cita médica
- Visualizar información del centro odontológico
- Visualizar y modificar la información del perfil del usuario

#### **3.4.1. Registro e inicio de sesión del usuario paciente**

Al abrir la aplicación móvil, se presenta la pantalla del inicio de sesión como muestra la Fig. 26, el cual presenta el formulario de inicio de sesión y las opciones para recuperar la contraseña o el registro si es que el usuario no dispone de una cuenta.

Cuando el usuario paciente inicia sesión, la aplicación confirma que el usuario paciente se encuentre registrado y verifica el perfil al que pertenece el usuario y lo redirecciona a la página de inicio que contiene los módulos asignados, como ilustra la Fig. 27.

En caso de que el usuario paciente no disponga de una cuenta en la aplicación móvil, debe llenar todos los campos que se encuentran en el formulario de registro, como ilustra la Fig. 28. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 4.1, 4.2 y 4.3, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para el inicio de sesión, registro del usuario paciente, cambio de contraseña y la funcionalidad de cada uno de los módulos (pág. 39).

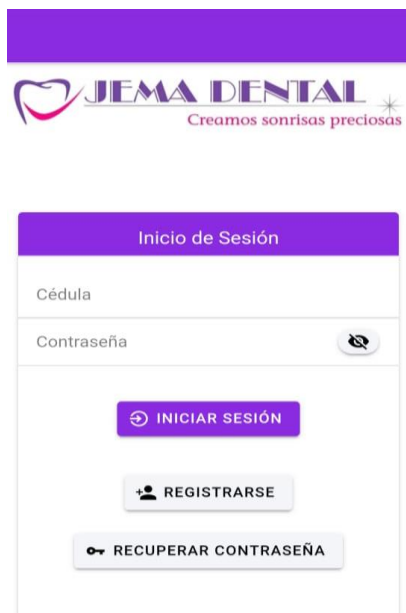


Fig. 26: Página de inicio de sesión



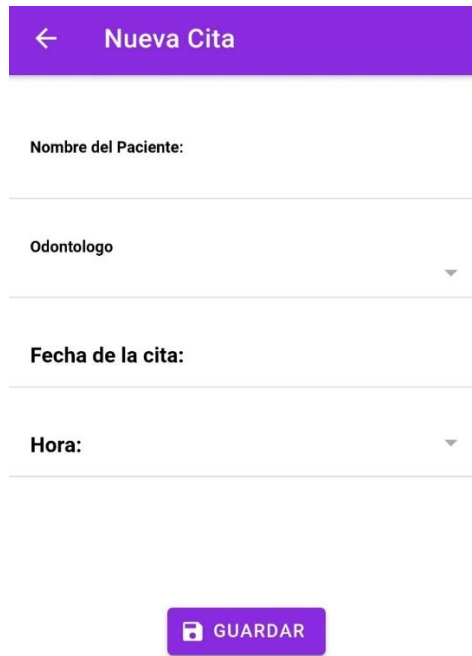
Fig. 27: Página de inicio del usuario paciente

Fig. 28: Formulario de registro para un usuario con el perfil paciente

### 3.4.2. Registrar, visualizar, modificar y cancelar citas médicas

La Fig. 29, muestra el formulario para registrar una cita médica y la respectiva validación de cada uno de los campos que conforman el formulario. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 5.2, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y cancelar una cita médica (pág. 45). No obstante, las citas médicas pueden ser modificadas y canceladas desde la aplicación móvil siempre y cuando se encuentren en estado pendiente, caso contrario deben comunicarse con el centro odontológico.





← Nueva Cita

Nombre del Paciente:

---

Odontologo

---

Fecha de la cita:

---

Hora:

---

GUARDAR

Fig. 29: Formulario para registrar una cita médica

### 3.4.3. Visualizar información de odontólogos

La Fig. 30, ilustra los datos personales de los odontólogos, los cuales pueden ser filtrados por especialidades odontológicas. Sin embargo, en el Manual de Usuario – Sección 5.3, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar odontólogos y la información que posee cada uno de ellos (pág. 48).



← Odontólogos

Especialidad  
Ortodoncia

---

 **Nombre:** Lorena Panchi  
**Especialidad:** Ortodoncia  
**Días de atención:** Martes, Jueves, Sábado,  
**Hora:** 08:00 - 13:00

---

Fig. 30: Pantalla para visualizar odontólogos por especialidad

### 3.4.4. Visualizar sugerencias médicas

La Fig. 31, muestra las sugerencias médicas enviadas por los odontólogos. No obstante, las sugerencias que visualiza el usuario con el perfil paciente no pueden ser modificadas ni eliminadas. Sin embargo, en el Manual de Usuario – Sección 5.4, se

encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar las sugerencias médicas y la información que posee cada una de ellas (pág. 49).



**Fig. 31:** Pantalla para visualizar las sugerencias médicas

### 3.4.5. Registrar, modificar, eliminar y enviar una solicitud de formulario de queja, novedad y/o sugerencia

La Fig. 32, muestra el formulario para que el usuario con el perfil paciente realice una queja, novedad o sugerencia al centro odontológico. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 5.5, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y eliminar un formulario de queja, novedad y/o sugerencia (pág. 50). No obstante, los formularios solo podrán ser modificados o eliminados siempre y cuando el estado del formulario se encuentre en estado pendiente.

The image shows a mobile application interface for creating a new form. At the top, there is a purple header bar with a white left-pointing arrow and the text 'Nuevo Formulario'. Below the header, there is a dropdown menu labeled 'Tipo de Formulario' with a downward-pointing arrow. Underneath the dropdown is a large, empty text input area with a light gray border and the placeholder text 'Escriba su comentario aqui...'. At the bottom of the form, there is a purple button with a white right-pointing arrow and the text 'ENVIAR'.

**Fig. 32:** Formulario para enviar una queja, novedad y/o sugerencia

### 3.4.6. Visualizar notificación de recordatorio de cita médica

La Fig. 33, muestra la notificación que recibe el usuario con el perfil paciente en su dispositivo móvil, recordándole que tiene una cita confirmada para el día actual. No obstante, el paciente recibe la notificación a las 7 a.m. el día que tenga la cita confirmada.

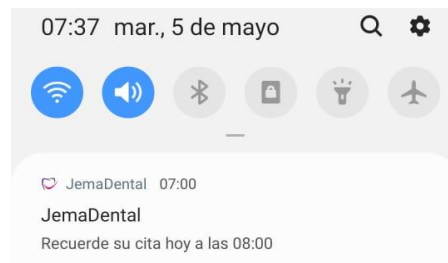


Fig. 33: Notificación de recordatorio de cita médica

### 3.4.7. Visualizar la información del centro odontológico.

La Fig. 34 y la Fig. 35, ilustra la información acerca del centro odontológico y de contactos. Sin embargo, en el Manual de Usuario – Sección 5.6, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar las páginas de información y de contactos del centro odontológico (pág. 53).



Fig. 34: Pantalla para visualizar información del centro odontológico

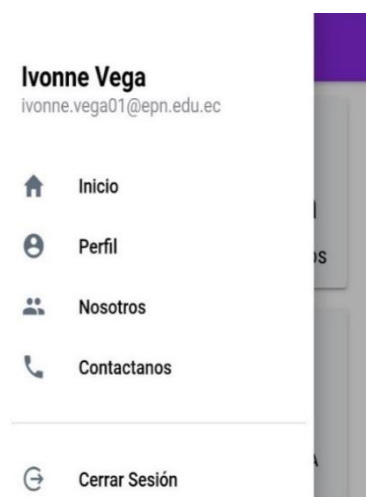


Fig. 35: Pantalla para visualizar información de contactos

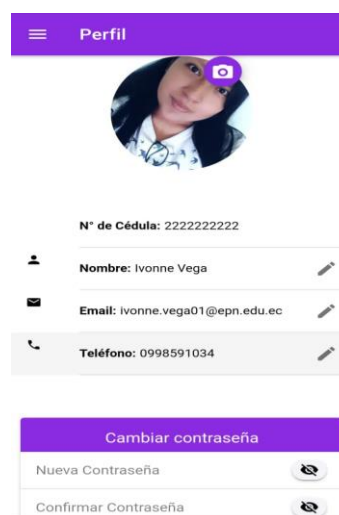
### 3.4.8. Visualizar y modificar la información del perfil del usuario

La Fig. 36, muestra las diferentes páginas a las que tiene acceso el usuario paciente, sin contar con los módulos de gestión asignados a su perfil.

Si el usuario selecciona la opción perfil, se presenta la pantalla con la información personal, como ilustra la Fig. 37. Sin embargo, en el Manual de Usuario – Sección 5.7, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar y modificar la información del perfil del usuario (pág. 55).



**Fig. 36:** Pantalla con opciones para el usuario con el perfil paciente



**Fig. 37:** Pantalla para visualizar los datos personales

## 3.5. Sprint 4: Registro e inicio de sesión del usuario odontólogo – módulo de citas, tratamientos y sugerencias médicas

Tomando en cuenta la planificación descrita en el Sprint Backlog especificado en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 40).

En el Sprint 5 se encuentra la implementación del registro, inicio de sesión y la gestión de los módulos asignados al usuario odontólogo en la aplicación móvil. Las tareas establecidas para este Sprint son las siguientes:

- Registro e inicio de sesión del usuario con el perfil odontólogo
- Visualizar citas médicas asignadas
- Visualizar el historial de tratamientos de los pacientes
- Registrar, visualizar, modificar y eliminar sugerencias médicas
- Visualizar recordatorio de citas médicas

- Visualizar y modificar la información del perfil del usuario

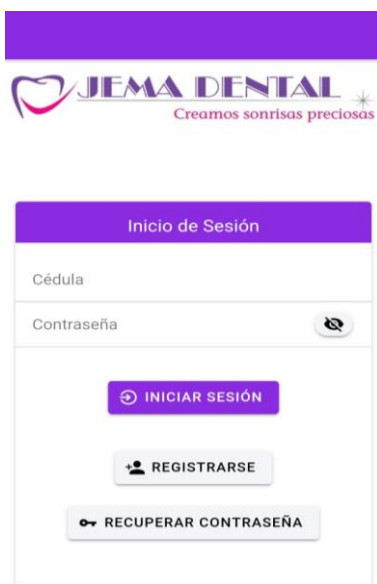
### 3.5.1. Registro e inicio de sesión del usuario odontólogo

Al abrir la aplicación móvil, se presenta la pantalla de inicio de sesión como muestra la Fig. 38, el cual presenta el formulario de inicio de sesión y las opciones para recuperar la contraseña o el registro.

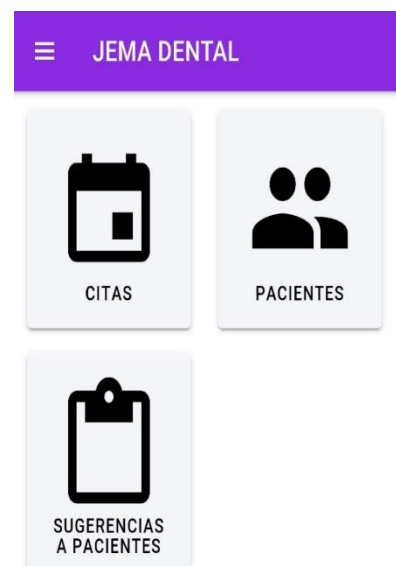
Cuando el usuario odontólogo inicia sesión, la aplicación confirma que el usuario paciente se encuentre registrado y verifica el perfil al que pertenece el usuario y lo redirecciona a la página de inicio que contiene los módulos asignados, como ilustra la Fig. 39.

Cabe recalcar que el usuario con el perfil odontólogo, tiene que haber sido registrado previamente en el sistema web, para verificar su registro y el usuario debe ingresar su número de cédula en el formulario donde se cargaran sus datos automáticamente y después crear su contraseña de acceso a la aplicación móvil, como ilustra la Fig.40. Caso contrario debe ponerse en contacto con el centro odontológico.

Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 4.1, 4.2 y 4.3, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para el inicio de sesión, registro del usuario con el perfil odontólogo, cambio de contraseña y la funcionalidad de cada uno de los módulos (pág. 39).



**Fig. 38:** Página de inicio de sesión



**Fig. 39:** Página de inicio del usuario con perfil odontólogo

← NUEVA CUENTA

**Datos Personales**

1713062592

Carlos Rodas León

0962666456

crods57@gmail.com

Contraseña

Confirmar Contraseña

CREAR CUENTA

**Fig. 40:** Formulario de registro para un usuario con el perfil odontólogo

### 3.5.2. Visualizar citas médicas asignadas

La Fig. 41, ilustra únicamente las citas médicas confirmadas, las cuales tiene que atender en el día actual. Sin embargo, en el Manual de Usuario – Sección 6.2, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar las citas médicas asignadas al usuario con el perfil odontólogo y la información que posee cada una de ellas. (pág. 57)

← CITAS

28/04/2020 08:00

**Paciente:** Ivonne Vega

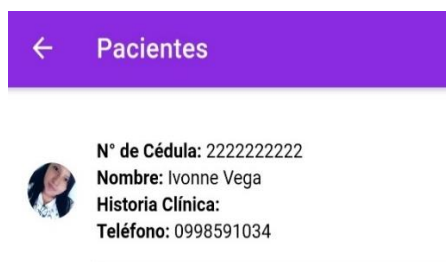
**Estado:** Confirmada

**Fig. 41:** Pantalla para visualizar las citas médicas confirmadas

### 3.5.3. Visualizar el historial de tratamientos de los pacientes

La Fig. 42, ilustra un listado de pacientes que tienen una cita confirmada para ser atendidos por el odontólogo en el día actual. Sin embargo, la Fig. 43, ilustra un historial de tratamientos del paciente si estos últimos ya han sido atendidos anteriormente. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 6.3, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar los pacientes y el historial de

tratamientos de estos, así como la información que contiene cada una de estas páginas (pág. 58).



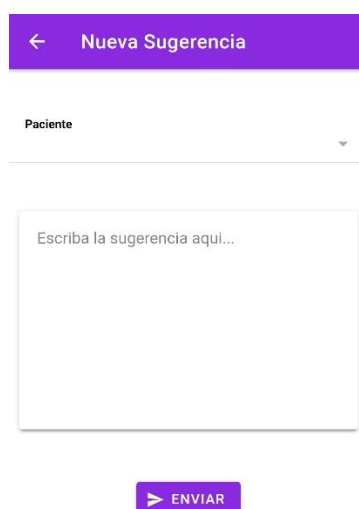
**Fig. 42:** Pantalla para visualizar los perfiles de los pacientes



**Fig. 43:** Pantalla para visualizar el historial de tratamientos de pacientes

### 3.5.4. Registrar, visualizar, modificar y eliminar sugerencias médicas

La Fig. 44, muestra el formulario para que el usuario con el perfil odontólogo realice una sugerencia médica a los pacientes. No obstante, solo puede enviar sugerencias a los pacientes que tienen una cita confirmada para el día actual. Mientras que en el Manual de Usuario – Sección 6.4, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para visualizar, modificar y eliminar una sugerencia médica (pág. 60).



**Fig. 44:** Formulario para registrar una sugerencia médica

### 3.5.5. Visualizar recordatorio de citas médicas

La Fig. 45, muestra la notificación que recibe el odontólogo en su dispositivo móvil, recordándole la cantidad de citas médicas confirmadas que tiene que atender en el día actual. El recordatorio es enviado por el usuario con el perfil secretaria desde el sistema web.

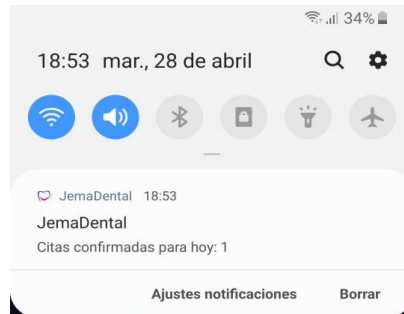


Fig. 45: Notificación de citas confirmadas por atender en el día actual

### 3.5.6. Visualizar y modificar la información del perfil del usuario

La Fig. 46, muestra las diferentes páginas a las que tiene acceso el usuario odontólogo, sin contar con los módulos de gestión asignados a su perfil.

Si el usuario selecciona la opción perfil, se presenta la pantalla con la información personal, como ilustra la Fig. 47. Sin embargo, en el Manual de Usuario – Sección 6.5, se encuentran detallados de mejor manera los pasos para modificar la información personal del usuario (pág. 63).

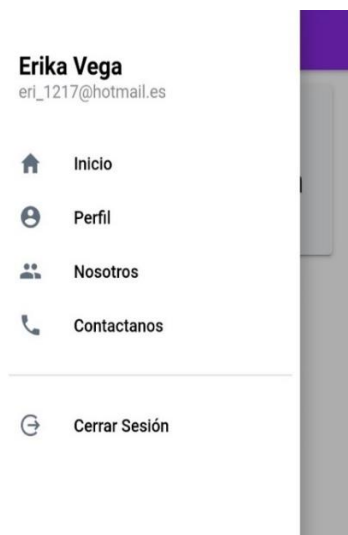


Fig. 46: Pantalla con opciones para el usuario odontólogo

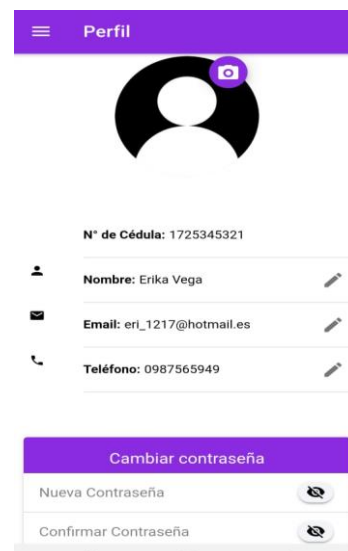


Fig. 47: Pantalla para visualizar los datos personales



## 3.6. Sprint 5: Pruebas en el sistema web y aplicación móvil

Tomando en cuenta la planificación descrita en el Sprint Backlog especificado en el Manual Técnico – Sección Sprint Backlog (pág. 40).

En el Sprint 5 se encuentran las pruebas que se ejecutaron al sistema web y aplicación móvil, antes de implementarlas en Firebase y Google Play Store. Las tareas establecidas para este Sprint son las siguientes:

- Pruebas unitarias
- Pruebas de funcionamiento
- Pruebas de aceptación

### 3.6.1. Pruebas unitarias

Son aquellas encargadas de verificar el funcionamiento aislado de pequeñas funciones o métodos de software incluidos en una aplicación. El objetivo es asegurar que cada componente funciona correctamente de forma independiente, mejorando el desarrollo de la aplicación y demostrando la capacidad de tratar a tiempo errores de manera controlada [25].

Las pruebas unitarias permitieron aislar distintas partes del código de la aplicación y de esta manera comprobar que las funciones de validaciones del sistema web y aplicación móvil realicen sus tareas de la mejor manera. Además, permitieron detectar algunos de errores de dependencias los cuales fueron corregidos de forma temprana.

Para realizar las pruebas unitarias se empleó las herramientas Karma y Jasmine, las cuales vienen incluidas en el Framework de Ionic y Angular, permitiendo realizar y ejecutar las pruebas unitarias en un entorno más realista a través de un navegador [26].

Desde la terminal del editor Visual Studio Code se ejecutó el siguiente comando **ng test**, el cual permite activar el sistema de pruebas de karma y ejecutar todas las pruebas definidas usando Jasmine. Los resultados se visualizaron en una ventana del navegador de Google Chrome.

#### Sistema web

La Fig. 48 ilustra la prueba unitaria de la validación de campos del inicio de sesión del sistema web, sin embargo, en el Manual Técnico – Sección 7.1, se encuentran

detallados de mejor manera los resultados obtenidos de las demás pruebas unitarias realizadas (pág. 86).

```
Ran 2 of 75 specs - run all
Incomplete: fit() or fdescribe() was found, 2 specs,

IniciarSesionComponent
  • Debería crear el componente
  • Debería validar los campos del inicio de sesión

it('Debería crear el componente', () => {
  expect(component).toBeTruthy();
});

it('Debería validar los campos del inicio de sesión', () =>{
  let cedula = component.inicioSesionForm.controls.cedula;
  let pass = component.inicioSesionForm.controls.password;

  let errors = {};
  errors = cedula.errors || {};
  expect (errors['required']).toBeTruthy();

  component.cedula = '1725542961';
  cedula.setValue('1234567890');
  expect(cedula.hasError('minlength', ['minlength'])).toEqual(false);
  expect(component.cedula.length).toBe(10);

  pass.setValue('Mafer123');
  errors = pass.errors || {};
  expect(errors['pattern']).toBeTruthy();
});
```

Fig. 48: Prueba unitaria - validación de inicio de sesión del sistema web

## Aplicación móvil

La Fig. 49, ilustra la prueba unitaria aplicada en la validación de campos que conforman el formulario de inicio de sesión en la aplicación móvil, sin embargo en el Manual Técnico – Sección 7.2, de muestran detallados de mejor manera los resultados obtenidos de las demás pruebas unitarias realizadas (pág. 95).

```
Ran 1 of 35 specs - run all
Incomplete: fit() or fdescribe() was found

InicioPage
  • Debería validar los campos de inicio de sesion

it('Debería validar los campos de inicio de sesion', () => {
  component.password = 'Ivonne123';
  component.cedula = '1726706102';

  expect(component.cedula.length).toBe(10);
  expect(component.password.length).not.toBe(0);
});
```

Fig. 49: Prueba unitaria - validación de inicio de sesión de la aplicación móvil

### 3.6.2. Pruebas de funcionamiento

Son aquellas pruebas que consisten en verificar que tanto las funcionalidades como los módulos que son parte del sistema web y aplicación móvil funcionen de acuerdo con los requerimientos definidos [27].

Como parte de estas pruebas aplicadas al sistema web se hallan las pruebas de carga, las cuales se emplearon con el fin de medir el rendimiento del sistema. Además, como parte del funcionamiento del sistema se aplicó pruebas de compatibilidad a través de los navegadores más utilizados hoy en día.

#### Sistema web

Las pruebas de carga tienen como objetivo determinar como un sistema y su servidor responde a varias condiciones de carga, entre estas el número de usuarios conectados simultáneamente al igual que el número de transacciones en línea por usuario [28].

Las pruebas de carga ayudaron a medir la capacidad del sistema web ante un número de peticiones simultáneas que los usuarios pueden llegar realizar sin que el sistema disminuya su rendimiento o llegue a un estado de colapso, previniendo errores a futuro.

Para realizar las pruebas de carga se utilizó la herramienta ApacheBench, la cual permite evaluar la capacidad y rendimiento de un servidor web HTTP<sup>7</sup>/HTTPS dando una idea aproximada de cómo funciona el servidor con la configuración aplicada [29].

Al ejecutar el comando **ab -c 10 -n 100 http://localhost:4200/**, desde la terminal de Windows, se inicia la medición del rendimiento del servidor, indicando la cantidad de conexiones concurrentes que se desea realizar; al igual que el número de peticiones para ejecutar.

Ejecutado las pruebas de carga para 10 conexiones concurrentes con el sistema web y con 100, 500 y 10000 peticiones respectivamente.

#### Prueba de carga 1 – 100 peticiones

---

<sup>7</sup> **HTTP (HyperText Transfer Protocol):** Protocolo de Transferencia de Hipertextos, permite la comunicación entre sistemas físicamente separados por medio del internet, para lo cual utiliza el Puerto 80 [45].

```

Server Software:
Server Hostname:      localhost
Server Port:         4200

Document Path:       /
Document Length:     866 bytes

Concurrency Level:   10
Time taken for tests: 2.132 seconds
Complete requests:   100
Failed requests:     0
Total transferred:  112200 bytes
HTML transferred:   86600 bytes
Requests per second: 46.89 [#/sec] (mean)
Time per request:    213.246 [ms] (mean)
Time per request:    21.325 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:       51.38 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)
  min  mean[+/-sd] median  max
Connect:    0    0  0.5    0    1
Processing:  4   12  5.7   10   33
Waiting:    3    9  4.6    8   23
Total:      4   12  5.8   10   33

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%    10
 66%    12
 75%    13
 80%    13
 90%    21
 95%    27
 98%    33
 99%    33
100%    33 (longest request)

E:\Mafer\Descargas\httpd-2.4.43-win64-VS16\Apache24\bin>

```

**Fig. 50:** Prueba de carga #1 - 100 peticiones

La Fig. 50, indica las 100 peticiones ejecutadas exitosamente, en la cual cada petición fue ejecutada alrededor de 21.325 milisegundos y obteniendo un tiempo promedio de 213.246 milisegundos en atender todas las peticiones ejecutadas. Además, según el resultado obtenido se señala que la petición número 10 fue que se atendió con más rapidez, por otro lado la petición número 33 fue la que más tardo en ser atendida.

### Prueba de carga 2 – 500 peticiones

```

Server Software:
Server Hostname:      localhost
Server Port:         4200

Document Path:       /
Document Length:     866 bytes

Concurrency Level:   10
Time taken for tests: 2.371 seconds
Complete requests:   500
Failed requests:     0
Total transferred:  561000 bytes
HTML transferred:   433000 bytes
Requests per second: 210.84 [#/sec] (mean)
Time per request:    47.429 [ms] (mean)
Time per request:    4.743 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:       231.02 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)
  min  mean[+/-sd] median  max
Connect:    0    0  0.4    0    2
Processing:  2    7  3.8    6   27
Waiting:    2    5  3.1    5   24
Total:      3    7  3.9    6   27

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%    6
 66%    7
 75%    8
 80%    8
 90%   10
 95%   15
 98%   23
 99%   26
100%   27 (longest request)

E:\Mafer\Descargas\httpd-2.4.43-win64-VS16\Apache24\bin>

```

**Fig. 51:** Prueba de carga #2 - 500 peticiones

La Fig. 51, presenta las 500 peticiones ejecutadas con éxito, donde cada una de las peticiones se realizó en 4.743 milisegundos, obteniendo un tiempo promedio de 47.429 milisegundos en atender todas peticiones enviadas. Adicional a ello, la prueba de carga demostró que la petición 6 fue la más rápida en atenderse mientras que la petición 27 fue la que más tardó.

### Prueba de carga 3 – 1000 peticiones

```

Server Software:
Server Hostname:      localhost
Server Port:          4200

Document Path:        /
Document Length:      866 bytes

Concurrency Level:    10
Time taken for tests:  2.755 seconds
Complete requests:    1000
Failed requests:      0
Total transferred:    1122000 bytes
HTML transferred:    866000 bytes
Requests per second:  363.03 [#/sec] (mean)
Time per request:     27.546 [ms] (mean)
Time per request:     2.755 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:        397.77 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)
  min  mean[+/-sd] median  max
Connect:    0    0  0.4    0    2
Processing:  3    7  3.3    6   30
Waiting:    3    6  2.7    5   24
Total:      3    7  3.4    6   30

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%    6
 66%    7
 75%    8
 80%    9
 90%   11
 95%   13
 98%   17
 99%   24
100%   30 (longest request)

E:\Mafer\Descargas\httpd-2.4.43-win64-VS16\Apache24\bin>_

```

**Fig. 52:** Prueba de carga #3 - 1000 peticiones

La Fig. 52, indica las 1000 peticiones ejecutadas exitosamente, para lo cual cada una de las peticiones se ejecutó en 2.755 milisegundos y logrando obtener un tiempo promedio de 27.546 milisegundos para todas las peticiones. Además, la prueba de carga señaló que la petición 6 se atendió con mayor rapidez, mientras que por otro lado la petición 30 fue atendida con mayor tardanza.

Adicional, se implementó pruebas de compatibilidad, con el objetivo de determinar y comprobar que el contenido, funcionalidades e interfaces del sistema web sean compatibles en diferentes entornos de red como son los navegadores web sin que llegue a presentarse ningún tipo de inconvenientes [30].

Para realizar las pruebas de compatibilidad se utilizó tres de los navegadores más conocidos hoy en día; en el Manual Técnico – Sección 8.1 (pág. 98) Pruebas de

funcionamiento, se encuentra detalladamente los resultados obtenidos. Por último, la TABLA V, presenta los navegadores web con sus respectivas versiones, en los cuales se realizó las pruebas, verificando el correcto funcionamiento del sistema web en los diferentes navegadores.

**TABLA V:** Navegadores web que soportan el sistema web

<b>NOMBRE</b>	<b>VERSIÓN</b>
Mozilla Firefox	76.0.1
Google Chrome	81.0.4044.138
Microsoft Edge	44.18362.449.0

### **Aplicación móvil**

Para lograr ejecutar las pruebas mencionadas se hizo uso de dos teléfonos móviles cada uno con diferentes Sistemas Operativos. Las pruebas de funcionalidad para la aplicación móvil se ilustran en el Manual Técnico – Sección 8.2 Pruebas de funcionamiento (pág. 99).

La TABLA VI presenta la correcta ejecución de la aplicación móvil implementada en los diferentes dispositivos móviles, determinando que el contenido, módulos y funcionalidades de la aplicación se ejecutan sin ningún tipo de inconveniente.

**TABLA VI:** Dispositivos móviles aplicados a la prueba de la aplicación móvil

<b>NOMBRE</b>	<b>VERSIÓN</b>
Samsung Galaxy S8	Android 9
Iphone Ionic View	----

### **3.6.3. Pruebas de aceptación**

Las pruebas de aceptación permiten al usuario verificar y comprobar que el software cumpla con sus expectativas en base a los requerimientos definidos en un inicio. Por tal motivo, para la implementación de estas pruebas en el sistema web se realizó en conjunto con la propietaria del centro odontológico, mientras que para la aplicación móvil se llevaron a cabo con odontólogos y pacientes.

La TABLA VII presenta la prueba realizada sobre una funcionalidad del sistema web. Mientras que las 33 pruebas restante ejecutadas, se encuentra descritas en el Manual Técnico – Sección 9.1 Pruebas de aceptación (pág. 122).

**TABLA VII:** Prueba de aceptación – Inicio de sesión del administrador y secretaria en el sistema web

<b>PRUEBA DE ACEPTACIÓN</b>
<b>Identificador (ID):</b> PA001
<b>Identificador historia de Usuario:</b> HU001
<b>Nombre para prueba de funcionalidad:</b> inicio de sesión del administrador y secretaria.
<b>Descripción:</b> El usuario administrador y secretaria pueden iniciar sesión en el sistema web con sus respectivas credenciales
<b>Pasos de ejecución:</b>  Ir o digitar la URL del sistema web en el navegador. Escribir el número de cédula y contraseña. Hacer clic en ingresar.
<b>Resultado deseado:</b> El sistema web permite ingresar al usuario con sus credenciales y visualizar los módulos asignados a su cargo.
<b>Evaluación de la prueba:</b> Se comprobó el resultado esperado Aprobación del cliente 100%

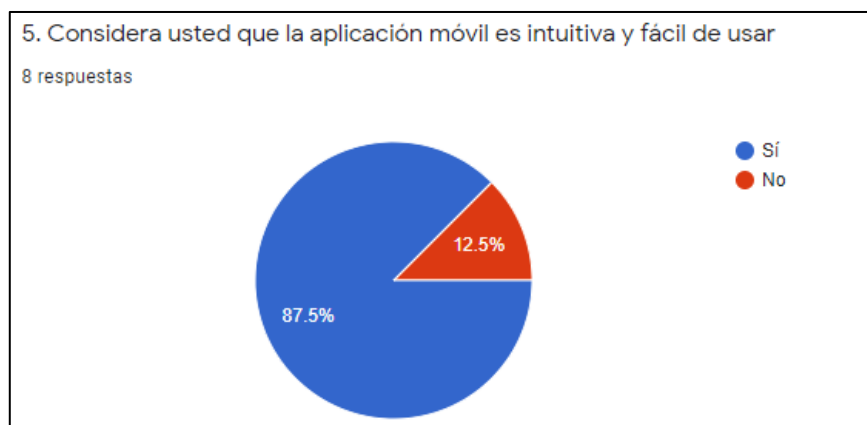
Por otra parte, para aplicar las pruebas de aceptación en la aplicación móvil, se realizó una encuesta a 8 usuarios. La TABLA VIII detalla las preguntas aplicadas a los encuestados.

**TABLA VIII:** Encuesta de aceptación - aplicación móvil

<b>Encuesta de aceptación para la aplicación móvil Jema Dental</b>
1. Considera usted que la estética de la aplicación móvil es: a) Muy buena b) Buena c) Regular d) Mala

2. Considera usted que los procesos de registro, inicio de sesión y recuperar contraseña son: a) Muy buenos b) Buenos c) Regular d) Malos
3. Considera usted que los procesos para registrar, modificar y eliminar registros son fácil de realizar en la aplicación móvil a) Si b) No
4. Considera usted útil el recibir notificaciones para recordar sus citas médicas a) Si b) No
5. Considera usted que la aplicación móvil es intuitiva y fácil de usar a) Si b) No
6. ¿Qué tan útil considera usted a la aplicación móvil para la gestión de citas médicas? a) Muy útil b) Útil c) Poco útil d) Nada útil
7. ¿Qué tipo de actualizaciones les gustaría para la aplicación móvil en el futuro? a) Opción de chat directo con el centro odontológico b) Opción de visualizar más información acerca de pacientes y odontologías c) Opción de enviar recetas médica a través de la aplicación móvil

De acuerdo con los resultados obtenidos de la encuesta realizada, se identificó que la aplicación móvil cuenta con la suficiente aceptación de los usuarios, como ilustra la Fig. 53. Mientras que las 7 preguntas que formaban parte de la encuesta y los resultados de cada una de las preguntas se encuentran descritos en el Manual Técnico – Sección 9.2 Pruebas de aceptación (pág. 142).



**Fig. 53:** Encuesta de aceptación - Pregunta 5



### 3.7. Sprint 6: Despliegue del sistema web y aplicación móvil

Tomando en cuenta la planificación descrita en el Sprint Backlog especificado en el Manual de Instalación – Sección Despliegue (pág. 2).

En el Sprint 6 se encuentran los diferentes pasos que se tiene que seguir para desplegar tanto del sistema web como de la aplicación móvil en sus respectivas plataformas. Las tareas establecidas para este Sprint son las siguientes:

- Despliegue del sistema web en Firebase
- Despliegue de la aplicación móvil en Google Play Store
- Implantación del sistema web y aplicación móvil

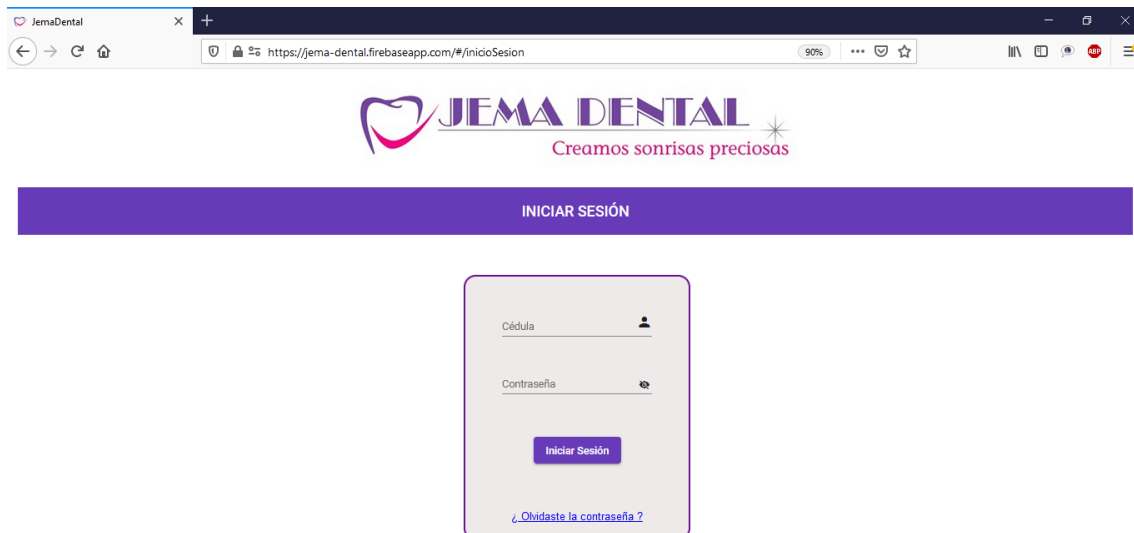
#### 3.7.1. Despliegue del sistema web en Firebase

Para lograr el despliegue del sistema web en Firebase Hosting, fue necesario aplicar varios pasos, que se encuentran detallados de mejor manera en el Manual de Instalación – Sección Despliegue del sistema web (pág. 2).

La Fig. 54 y 55, ilustran tanto la creación de un proyecto en la plataforma Firebase como el despliegue del sistema web en un dominio público.



**Fig. 54:** Creación de un proyecto en Firebase



**Fig. 55:** Despliegue del sistema web bajo un dominio

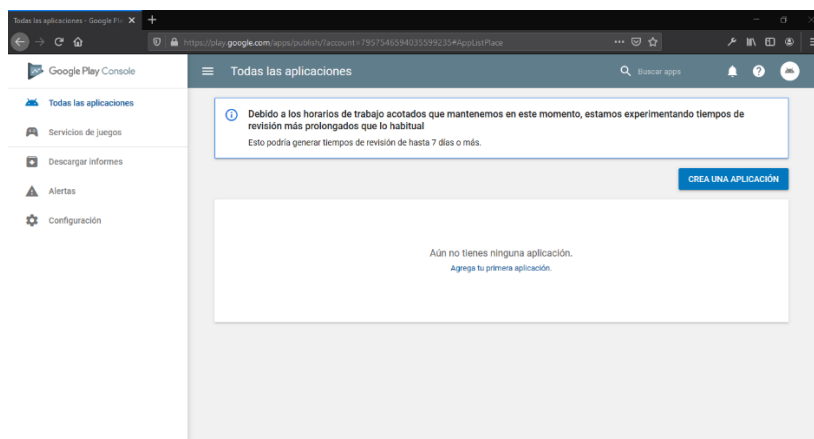
La URL necesaria para acceder al sistema web por parte de los usuarios requeridos, es la siguiente:

<https://jema-dental.firebaseio.com/>

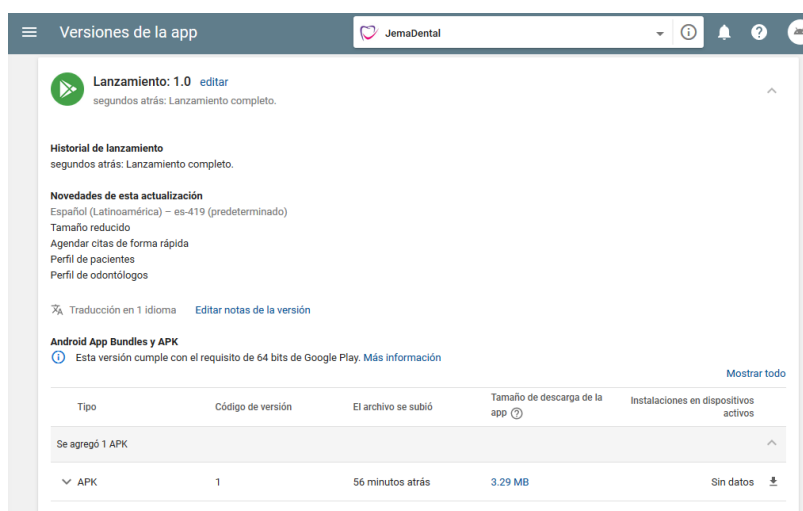
### 3.7.2. Despliegue de la aplicación móvil

El proceso de despliegue de la aplicación móvil en la plataforma de Google Play Store se realizó en una serie de pasos que se encuentran detallados de mejor manera en el Manual de Instalación – Sección Despliegue de la aplicación móvil (pág. 7).

Las Fig. 56, 57, y 58 ilustran la pantalla de inicio de Google Play Console, un detalle resumido del lanzamiento de la aplicación móvil Jema-Dental en Play Store y la publicación en Google Play Store.



**Fig. 56:** Pantalla de inicio de Google Play Console



**Fig. 57:** Resumen del lanzamiento de la aplicación móvil



**Fig. 58:** Publicación de la aplicación móvil en Play Store

### 3.7.3. Implantación del sistema web y aplicación móvil

Al a ver culminado las etapas antes descritas a lo largo del presente documento; el sistema web y aplicación móvil son subidos a producción y adjudicados al centro odontológico Jema Dental.

Muestra de ello, el centro odontológico Jema Dental ha consignado un documento de tipo certificado en el cual ratifica que tanto el sistema web como la aplicación móvil cumplen con todos los requerimientos propuestos en la etapa inicial del proyecto. Finalmente, el certificado forma parte del Manual Técnico – Sección Certificado de entrega (pág. 146).

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

El sistema web y aplicación móvil efectúan con el alcance y objetivos planteados, mejorando y agilizando aquellos procesos que se realizaban de forma manual en el centro odontológico.

SCRUM siendo una metodología de desarrollo ágil, permitió conseguir avances significativos en poco tiempo, debido a los Sprints de desarrollo detallados desde el comienzo del proyecto y realizando las modificaciones necesarias en cada uno de ellos, con el objetivo de lograr los objetivos propuestos en el desarrollo del sistema web y aplicación móvil, evitado de esta manera la sobrecarga de trabajo debido a la activa participación de los involucrados mediante la aportación de ideas y retroalimentación constante.

Ionic y Angular fueron los Frameworks implementados para lograr el desarrollo de la aplicación móvil y sistema web respectivamente, ofreciendo un conjunto variado de componentes y librerías capaces de ser reutilizables a lo largo del desarrollo de las aplicaciones; logrando de esta manera un desarrollo más rápido para cada plataforma.

Como servidor para el sistema web y aplicación móvil Jema-Dental se usó la herramienta de Firebase, permitiendo la dirección y gestión de la base de datos, utilizando la estructura de datos tipo JSON, propio de la plataforma permitiendo un acceso rápido a los datos por parte de las aplicaciones, de la misma manera, Firebase brindó el servicio de alojamiento de Hosting para el sistema web, al igual que funciones como manejo de autenticación de usuarios y notificaciones para aplicaciones móviles.

Con el fin de validar y garantizar el correcto funcionamiento del sistema web y aplicación móvil una vez finalizado con la etapa de desarrollo, se ejecutaron pruebas de aceptación, unitarias y de funcionamiento. Demostrando de esta forma que los resultados logrados en cada una de las pruebas aplicadas al sistema web y aplicación móvil realizan todas las funciones requeridas por el cliente.

## 4.2 Recomendaciones

Para evitar errores durante la codificación o actualizaciones futuras de los sistemas, es importante considerar las nuevas versiones de las herramientas de desarrollo, al igual que librerías, paquetes y componentes, con el fin de aprovechar los recursos que estos pueden ofrecer.

La arquitectura MVC es recomendable aplicar tanto al desarrollo del sistema web como al desarrollo de la aplicación móvil, debido a que esta arquitectura permite tener el código organizado, ayudando al mantenimiento y corrección de errores que puedan presentarse.

Es recomendable utilizar Firebase para este tipo de aplicaciones en las que se requieren respuestas en tiempo real y otros servicios como: autenticación, almacenamiento, hosting, entre otros.

Una vez que el sistema web y aplicación móvil son puestos a producción, es recomendable que el centro odontológico implante nuevas políticas y normas de privacidad de información para los pacientes y odontólogos.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Casco, Interviewee, *Jema Dental*. [Entrevista]. s.f..
- [2] M. Villaruel, «Universidad Técnica de Ambato,» 12 Diciembre 2015. [En línea]. Available: [http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19372/1/Tesis\\_t1085si.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19372/1/Tesis_t1085si.pdf).
- [3] A. Moreira y R. Palacios, «Universidad Laica Eloy Alfaro,» 22 08 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/104>.
- [4] INEC, «Instituto Nacional de Estadísticas y Censo,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/actividades-y-recursos-de-salud/>.
- [5] J. Albán, «Desarrollo de una aplicación web para la gestión de historial médico de pacientes de la clínica “San Miguel”,» Guayaquil, 2018.
- [6] J. Alonso, «Aplicaciones móviles en salud: potencial, normativa de seguridad y regulación,» Salamanca, 2017.
- [7] F. Berzal, «El ciclo de vida de un sistema de información,» Granada, 2013.
- [8] X. Albaladejo, «Proyectos Agiles,» 22 Abril 2008. [En línea]. Available: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>.
- [9] O. García, «www.proyectum.lat,» 19 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.proyectum.lat/2016/10/19/los-tres-principales-roles-en-scrum/>.
- [10] S. A. Hoc, «solvingadhoc.com,» 8 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://solvingadhoc.com/los-roles-scrum-la-importancia-los-equipos-agiles/>.
- [11] P. Agiles, «proyectosagiles.org,» [En línea]. Available: <https://proyectosagiles.org/lista-requisitos-priorizada-product-backlog/>.
- [12] J. Quijano, «genbeta.com,» 14 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.genbeta.com/desarrollo/historias-de-usuario-una-forma-natural-de-analisis-funcional>.
- [13] K. S. y J. Sutherland, «La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego,» Colorado, 2013.
- [14] J. Quijano, «genbeta.com,» 31 Marzo 2012. [En línea]. Available: <https://www.genbeta.com/desarrollo/cuando-todos-son-ventajas-sprint-backlog-hablando-de-scrum>.
- [15] P. Santamaría, «applesfera.com,» 25 Noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://www.applesfera.com/aplicaciones-os-x-1/balsamiq-mockup-una-muy-buen-herramienta-para-esbozar-tus-futuras-apps>.

- [16] J. C. Gómez, «Aplicación Web y Móvil usando Android y AngularJS contra Spring Web Services,» Madrid, 2015.
- [17] V. Giraldo, «rockcontent.com,» 16 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://rockcontent.com/es/blog/que-es-firebase/>. [Último acceso: 20 Mayo 2020].
- [18] Firebase, «Firebase,» s.f.. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/firestore/?hl=es-419>.
- [19] J. S. Y. Almeida, «SISTEMA EXPERTO WEB Y MÓVIL PARA LA DETERMINACIÓN DE RUTINAS Y DIETAS EN EL GIMNASIO FUERZA EXTREMA UTILIZANDO LA HERRAMIENTA LIBRE CLIPS,» Ibarra, 2018.
- [20] «angularjs.org,» [En línea]. Available: <https://material.angularjs.org/1.1.3/>.
- [21] Firebase, «<https://firebase.google.com/>,» s.f.. [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging?hl=es-419>. [Último acceso: 28 Abril 2020].
- [22] Unipython, «<https://unipython.com/>, » s.f.. [En línea]. Available: <https://unipython.com/crear-un-pdf-en-java-script-jspdf/>. [Último acceso: 28 Abril 2020].
- [23] J. Baquero, «Arsys,» 25 01 2019. [En línea]. Available: <https://www.arsys.es/blog/programacion/introduccion-ionic-4/>.
- [24] LuisPeris, «luisperis.com,» 18 diciembre 2016. [En línea]. Available: <https://luisperis.com/apache-cordova/>.
- [25] L. C. Morales, «Sistema de gestión para la evaluación pluviométrica de las máquinas de riego de pivote central,» Santa Clara, 2017.
- [26] J. A. D. González, «SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA PELÍCULAS CON,» MÁLAGA, 2016.
- [27] «EasyQA,» [En línea]. Available: <https://geteasyqa.com/es/qa/software-testing-types/>. [Último acceso: 28 04 2020].
- [28] D. R. C. ALEJANDRO CÁLAD ÁLVAREZJUAN, «METODOLOGÍAS DE TESTING DE SOFTWARE Y SU APLICACIÓN EN EL CENTRO DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD EAFIT,» Medellín, 2009.
- [29] R. P. FERNÁNDEZ, «<https://www.raulprietofernandez.net/>,» 4 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.raulprietofernandez.net/blog/gnu-linux/como-medir-el-rendimiento-de-un-servidor-web-con-apache-benchmark>. [Último acceso: 5 mayo 2020].
- [30] Geteasyqa, «Geteasyqa,» [En línea]. Available: <https://geteasyqa.com/es/qa/software-testing-types/>. [Último acceso: 11 Mayo 2020].

- [31] S. Rivadeira, G. Vilanova, M. Miranda y D. Cruz, «El modelado de requerimientos en las metodologías ágiles,» Paraná, 2013.
- [32] P. Roche, «SOFTENG,» 18 Febrero 2008. [En línea]. Available: <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum/proceso-roles-de-scrum.html>.
- [33] A. R. Mesa, «OpenWebinars,» 18 Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://openwebinars.net/blog/roles-scrum/>.
- [34] P. Domínguez, «OpenClassrooms,» 23 03 2018. [En línea]. Available: <https://openclassrooms.com/en/courses/4309566-descubre-la-arquitectura-mvc/4942546-el-patron-modelo-vista-controlador-mvc>.
- [35] Y. D. González, «Patrón Modelo-Vista-Controlador,» *TELEM@TICA*, pp. 47-57, 2012.
- [36] J. Turrado, «www.campusmvp.es,» 4 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.campusmvp.es/recursos/post/visual-studio-code-como-preparar-un-entorno-de-trabajo-para-net-core.aspx>.
- [37] B. Cesar, «Hiberus Tecnología,» 22 Noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-son-las-bases-de-datos-nosql/>.
- [38] canela.me, «canela.me,» 23 Abril 2013. [En línea]. Available: <https://canela.me/articulo/JSON-JavaScript-jQuery/%C2%BFQu%C3%A9-es-JSON-para-qu%C3%A9-sirve-y-d%C3%B3nde-se-usa>.
- [39] E. Pérez, «El Androide Libre,» 9 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <https://elandroidelibre.elespanol.com/2014/11/que-es-material-design.html>.
- [40] G. Escobar, «MAKE IT REAL, » 18 Octubre 2014. [En línea]. Available: <https://blog.makeitreall.camp/git-y-github/>.
- [41] J. Cabana, «Drauta,» 1 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.drauta.com/que-es-nodejs-y-para-que-sirve>.
- [42] U. Hernandez, «codigofacilito.com,» 22 Febrero 2015. [En línea]. Available: <https://codigofacilito.com/articulos/mvc-model-view-controller-explicado>.
- [43] M. Ruiz, «OpenWebinars,» 09 08 2017. [En línea]. Available: <https://openwebinars.net/blog/que-es-firebase-de-google/>.
- [44] «Ionic Framework,» [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/blog/ionic-lab/>. [Último acceso: 01 05 2020].
- [45] Pickaweb, «www.pickaweb.es,» 4 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.pickaweb.es/ayuda/que-es-http/>. [Último acceso: 8 Mayo 2020].



- [46] N. G. Rodríguez, «Las Pruebas de Integración como Proceso de la Calidad del Software en el Ámbito de las Telecomunicaciones,» Madrid, 2015.
- [47] «www.it-swarm.dev,» 7 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.it-swarm.dev/es/android/que-es-el-token-fcm-en-firebase/825921752/>. [Último acceso: 3 Junio 2020].
- [48] «www.paradavisual.com,» 6 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.paradavisual.com/que-es-crud-iniciandose-en-la-gestion-de-base-de-datos/>. [Último acceso: 3 Junio 2020].

## **6. ANEXOS**

A continuación, se listan todos los documentos que se generaron a partir del desarrollo e implementación del sistema web y aplicación móvil.

- **MANUAL TÉCNICO**

1. Recopilación de Requerimientos
2. Historias de Usuario
3. Product Backlog
4. Sprint Backlog
5. Diseño de Interfaces
6. Diseño de la base de datos
7. Pruebas unitarias
8. Pruebas de funcionamiento
9. Pruebas de aceptación
10. Certificado de entrega

- **MANUAL DE USUARIO**

1. Manual de usuario del sistema web
2. Manual de usuario de la aplicación móvil

- **MANUAL DE INSTALACIÓN**

1. Despliegue del sistema web
2. Despliegue de la aplicación móvil