UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

"Agnitio Ad Verum Ducit"

Facultad de Ingeniería en Sistemas

Recinto Universitario "Sede Central"

"Monografía para optar al título de Ingeniero en Sistemas"

Titulo: Desarrollo de un sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas en la clínica Sierra Maestra, en Managua, en el periodo noviembre 2025-marzo-2026

Autor (es):

Br. Diego Alejandro Aleman Salguera. **Número de Carnet:**202210010960

Br. Juan Carlos Sevilla Saenz**.** **Número de Carnet:**202210010865

Asesor (es):

Asesor Científico: Ing. Rebeca Eliette Rivera Hernández.

Asesor Metodológico: Ing. Beatriz del Carmen Franco Escorcia.

Institución: Universidad Central de Nicaragua

Fecha : 01 - Marzo – 2026

Dedicatorias

Dedico este trabajo de forma primordial a mi madre y a mi padre. Gracias por ser uno de los cimiento de mi vida, por su sacrificio inalcanzable y por ese respaldo económico que se convirtió en la oportunidad de formarme profesionalmente. Su fe ciega en mis capacidades y su acompañamiento constante fueron el motor que hizo posible la culminación de esta etapa académica.

De manera especial y profunda, dedico este logro a mi novia. Por ser mi soporte emocional incondicional y por la paciencia infinita demostrada a lo largo de este camino. Su presencia fue determinante; fue quien despejó mis dudas cuando todo se volvía complejo y quien me brindó la claridad necesaria para avanzar en este proyecto. Gracias por mantenerme motivado en cada momento de dificultad y por creer en mi tanto cuando yo no lo hacía; sin su apoyo, este camino habría sido mucho más difícil de realizar.

En suma, dedico este esfuerzo a nuestros asesores, por su invaluable guía y por compartir sus conocimientos, los cuales fueron la brújula metodológica para la ejecución exitosa de esta investigación.

Br. Juan Carlos Sevilla Saénz

Agradezco primeramente a Dios por haberme dado la vida, la salud y la fortaleza necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional. Cada obstáculo superado durante este proceso ha sido una oportunidad de aprendizaje y crecimiento personal.

A mi madre, mi mayor inspiración y ejemplo de lucha constante, gracias por su amor incondicional, por sus sacrificios silenciosos y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro también es suyo, porque sin su apoyo, consejos y palabras de ánimo, no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mi familia, por su comprensión, paciencia y respaldo permanente durante los momentos de mayor exigencia académica. Gracias por ser mi base, mi motivación y mi impulso para seguir adelante.

A mis amigos de la carrera, compañeros de largas jornadas de estudio, proyectos y desvelos, gracias por su apoyo, colaboración y compañerismo. Compartir este camino con ustedes hizo que cada reto fuera más llevadero y cada logro más significativo.

A mis profesores, por su dedicación, orientación y conocimientos compartidos a lo largo de mi formación universitaria. Sus enseñanzas no solo aportaron a mi crecimiento académico, sino también a mi desarrollo profesional y ético.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera formaron parte de este proceso, brindando apoyo, palabras de aliento y confianza en mis capacidades.

Este trabajo representa no solo un requisito académico, sino el resultado de esfuerzo, disciplina y el respaldo de quienes han sido parte fundamental de mi camino.

Br. Diego Alejandro Aleman Salguera.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas y entidades que han contribuido de manera significativa en la realización de este trabajo.

Primeramente, agradecemos a Dios por la fortaleza y sabiduría que nos permitió culminar satisfactoriamente este proceso académico.

A la Universidad Central de Nicaragua (UCN) y a nuestros asesores, por la orientación académica y los valiosos aportes brindados a lo largo del desarrollo de la presente investigación, los cuales fueron fundamentales para la adecuada ejecución y culminación de este proyecto.

Asimismo, agradecemos a las personas entrevistadas en la Clínica Sierra Maestra, por su disposición, apertura y valiosas contribuciones, que permitieron enriquecer el análisis y comprensión de los requerimientos técnicos para el desarrollo del sistema multiplataforma.

De igual manera, extendemos nuestra gratitud a nuestras familias, por el apoyo incondicional, moral y económico brindado durante nuestra formación universitaria, siendo el pilar fundamental para alcanzar esta meta profesional.

Finalmente, agradecemos a nuestros compañeros de carrera por el apoyo mutuo y el acompañamiento durante este proceso académico, compartiendo esfuerzos para lograr el éxito en nuestra formación como ingenieros.

Carta Aval Científico:

UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

"Agnitio Ad Verum Ducit"

CARTA AVAL TUTOR /CIENTIFICO(A)

Ing. Rebeca Eliette Rivera Hernández
Decana de la Facultad de ingeniería de sistemas
UCN – Campus Central
Su Despacho

Por medio de la presente hago constar que he verificado el informe final del trabajo monográficos elaborado por el/los egresados(s)

- **Br. Diego Alejandro Aleman Salguera. (202210010960)**
- **Br. Juan Carlos Sevilla Saenz. (202210010865)**

para optar al título de ingeniería de sistemas, cuyo título de la Monografía es:

Desarrollo de un sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas en la clínica Sierra Maestra, en Managua, en el periodo noviembre 2025- marzo-2026

El cual considero que cumple con los requisitos metodológicos exigidos por el **CAPÍTULO VIII FORMA DE CULMINACION DE ESTUDIO** del reglamento académico; para ser evaluada por el Comité Evaluador.

En La Ciudad de Managua a los 17 días del mes de febrero del año 2026.

Ing. _____

Tutor(a) Científico Ing. Rebeca Rivera

CC: Archivo.

Carta Aval Metodólogo:xx

UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

"Agnitio Ad Verum Ducit"

CARTA AVAL TUTOR /METODOLOGO(A)

Msc.Jessy Galán
Ing. Rebeca Rivera H.
Decana de la Facultad de Ingeniería en Sistemas
UCN – Campus Central
Su Despacho

Por medio de la presente hago constar que he verificado el informe final del trabajo monográficos elaborado por el/los egresados(s)

- Br. Diego Alejandro Alemán Salguera. **Número de Carnet:**202210010960
- Br. Juan Carlos Sevilla Sáenz. **Número de Carnet:**202210010865

para optar al título de **Ingeniería en sistemas**, cuyo título de la Monografía es:

Desarrollo de un sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas en la clínica Sierra Maestra, en Managua, en el periodo noviembre 2025- marzo-2026.

El cual considero que cumple con los requisitos metodológicos exigidos por el **CAPÍTULO VIII FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS** del reglamento académico; para ser evaluada por el Comité Evaluador.

En La Ciudad de managua a los 18 días del mes de Febrero del año 2026.

Tutor(a) Metodólogo: Ing. Beatriz Franco Escorcia

CC: Archivo.

Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad el diseño y desarrollo de un sistema multiplataforma orientado a mejorar la gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra, ubicada en Managua, durante el período comprendido entre noviembre de 2025 y marzo de 2026. El estudio surgió a partir de la identificación de deficiencias en el proceso actual de administración, caracterizado por el uso exclusivo de agendas físicas y registros manuales, lo que generaba riesgos de duplicidad de citas, pérdida de información y dificultades en la organización de horarios.

La investigación adoptó un enfoque cualitativo de carácter descriptivo. Para la recolección de información se aplicaron entrevistas semiestructuradas al médico responsable y a una muestra de diez pacientes, complementadas con revisión documental de los libros de registro utilizados en la clínica. El análisis de los datos, sistematizado mediante la Matriz de Reducción de Datos, permitió identificar necesidades relacionadas con la automatización de citas, control de horarios, recordatorios y digitalización del historial clínico básico.

Como resultado del proceso investigativo se diseñó y desarrolló un sistema compuesto por una plataforma web destinada a la gestión administrativa y una aplicación móvil orientada a los pacientes. El sistema incluye módulos de registro de pacientes, gestión de citas, control de horarios, historia clínica digital y notificaciones automatizadas. Asimismo, incorpora validaciones que previenen la duplicidad de turnos y estructuran adecuadamente la información en una base de datos digital.

Se realizó una validación funcional mediante pruebas técnicas y revisión por parte del personal responsable de la clínica, quienes aprobaron la propuesta tecnológica al considerarla viable, pertinente y alineada con las necesidades institucionales.

En conclusión, la investigación permitió demostrar la factibilidad técnica y funcional de una solución multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas, constituyéndose como una propuesta innovadora con potencial de implementación futura en el ámbito de atención primaria.

Índice

6. Introducción 1

6.1 Antecedentes 2

6.3 Pregunta de Investigación 7

6.4 Justificación 8

6.5 Limitaciones 10

6.6 Supuesto Básicos 11

6.7 Categorías, temas y patrones emergentes de la investigación 12

7. Perspectiva teórica 14

7.1 Estado del arte 14

7.2 Perspectiva teórica asumida 17

8. Metodología 19

8.1 Enfoque cualitativo asumido y su justificación 19

8.2 Muestra teórica y sujeto de estudio 19

8.3 Métodos y técnicas de recolección de datos utilizados 20

8.4 Criterios de calidad aplicados: Credibilidad y Confiabilidad 22

8.5. Métodos y técnicas para el procesamiento de datos y análisis de información. 23

9. Discusión de resultados o hallazgos 25

10. Conclusiones 26

11. Recomendaciones 28

12. Referencias 30

13. Anexos o apéndices: 31

Anexo 1: Carta Aval del negocio 31

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos 32

Anexo 3: Matriz de descriptores. 35

Anexo 4: Matriz de reducción de datos. 36

Anexo 5: Guía de diseño informático. 38

Movil 38

1. Diseño del proyecto informático. 38
2. Definición de requerimientos. 39
3. Metodologías del desarrollo. 40
4. Diagrama entidad relación. 44
5. Casos de uso. 44
6. Diagrama de secuencias. 45
7. Diagrama de actividades. 45
8. Definición del modulo. 50

Web 53

1. Diseño del proyecto informático. 53
2. Definicion de requerimientos. 53
3. Metodologia de desarrollo 54
4. Diagrama entidad relación 57

5. Casos de uso 58

6. Diagrama de secuencias 59

7. Diagrama de actividades 60

8. Definición de modulos 63

9. Cronograma de actividades 65

10. Factibilidad económica. 66

11. Manual de usuario 67

6. Introducción

La transformación digital ha adquirido un papel relevante en la optimización de los procesos administrativos en diversos sectores, incluyendo el ámbito de la salud. En el nivel de atención primaria, la gestión eficiente de citas médicas constituye un elemento clave para la organización de los servicios, la reducción de tiempos de espera y el adecuado uso de los recursos disponibles. Sin embargo, en muchos establecimientos de salud, estos procesos continuaban realizándose de forma manual, lo que generaba desorganización administrativa y dificultades en la atención a los usuarios.

En este contexto, la presente investigación se orientó al desarrollo de un sistema multiplataforma para la gestión de citas médicas en la clínica de Sierra Maestra. El sistema propuesto contempló una plataforma web destinada a la administración de citas por parte del personal administrativo, así como una aplicación móvil que permitió a los pacientes solicitar sus citas de manera remota.

La investigación se fundamenta en la digitalización de procesos administrativos, integrando principios de salud digital, gestión de procesos y diseño centrado en el usuario. A través de este trabajo, se buscó contribuir al análisis y diseño de soluciones tecnológicas que apoyen la modernización de los procesos administrativos en la atención primaria, generando un aporte académico y técnico que pueda servir como referencia para futuras iniciativas de digitalización en el sector salud nicaragüense.

La Clínica Sierra Maestra, situada en la ciudad de Managua, es una unidad de atención primaria que ofrece servicios médicos generales y farmacéuticos a la población local. Actualmente, el centro se encuentra en un entorno de transición donde coexisten métodos administrativos tradicionales y una demanda creciente por soluciones digitales. La gestión de citas en esta clínica se ha caracterizado por el uso de registros físicos y métodos manuales, lo que ha evidenciado la necesidad de una herramienta que ordene el flujo de pacientes y optimice la labor del personal administrativo y médico.

El sistema multiplataforma propuesto se diseñó para abordar estas deficiencias mediante dos componentes integrados. El módulo web permitirá al personal de la clínica un control exhaustivo de la agenda médica, facilitando la visualización de horarios disponibles y la sistematización de la información de los pacientes. Por su parte, el componente móvil está orientado a la autogestión, permitiendo a los pacientes programar sus consultas y recibir notificaciones o recordatorios automáticos. Esta solución multiplataforma no solo busca reducir la carga operativa manual, sino también mejorar la accesibilidad y la previsibilidad de la atención médica en el nivel primario.

6.1 Antecedentes

Antecedentes Internacionales

En el contexto internacional, la transformación digital en el sector salud adquirió una relevancia creciente durante los últimos años, especialmente a partir del período posterior a la pandemia por COVID-19. La denominada salud digital o e-Health se consolidó como una estrategia clave para mejorar la eficiencia de los servicios sanitarios, optimizar los procesos administrativos y facilitar el acceso oportuno de los pacientes a la atención médica. Dentro de este marco, los sistemas digitales de gestión de citas médicas fueron estudiados como herramientas capaces de reducir tiempos de espera, ordenar el flujo de pacientes y disminuir las tasas de inasistencia a consultas programadas.

Diversos estudios científicos evidenciaron que la incorporación de recordatorios automatizados, ya sea mediante mensajes de texto, correos electrónicos o llamadas telefónicas, contribuyó de manera significativa a la reducción de los denominados no-shows o ausencias a citas médicas. Investigaciones basadas en revisiones sistemáticas y modelos predictivos demostraron que estas intervenciones digitales mejoraron la adherencia de los pacientes a sus citas, optimizaron el uso del tiempo médico y redujeron pérdidas operativas en los centros de salud (Oikonomidi et al., 2023). Estos hallazgos respaldaron la inclusión de funcionalidades como notificaciones y alertas dentro de los sistemas de gestión de citas médicas desarrollados.

La evidencia internacional señaló que el uso de plataformas digitales para el agendamiento de citas no solo tuvo un impacto operativo, sino también una influencia positiva en la experiencia del paciente, al disminuir la incertidumbre asociada a los horarios de atención y facilitar la planificación del tiempo personal.

Antecedentes Regionales

A nivel regional, organismos multilaterales destacaron la salud digital como una prioridad estratégica para los sistemas sanitarios de América Latina. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) documentó los avances y desafíos relacionados con la implementación de la telemedicina y de herramientas digitales en la región, señalando que, si bien existió un interés creciente por modernizar los servicios de salud, persistieron brechas relacionadas con la gobernanza, la interoperabilidad de los sistemas y la protección de los datos personales de los pacientes (Banco Interamericano de Desarrollo, 2021).

Estos estudios regionales subrayaron que los proyectos de salud digital debieron considerar no solo el desarrollo tecnológico, sino también los marcos normativos, la seguridad de la información y la adaptación de las soluciones a contextos con limitaciones de infraestructura. En particular, se destacó la importancia de diseñar sistemas flexibles y escalables, capaces de operar en entornos donde el acceso a recursos tecnológicos pudo ser variable, como ocurrió en muchos países de la región.

Los sistemas de gestión de citas médicas fueron identificados como una de las soluciones digitales con mayor potencial de impacto inmediato, debido a su relativa simplicidad técnica y a su capacidad para mejorar procesos administrativos clave.

Antecedentes Nacionales

En el ámbito nacional, Nicaragua ha mostrado avances relevantes en la adopción de estrategias de salud digital impulsadas por el Ministerio de Salud (MINSA). A través de comunicaciones institucionales, el MINSA ha informado sobre la implementación de iniciativas orientadas a la digitalización de los servicios de salud, incluyendo sistemas de agendamiento de citas y el envío de notificaciones a pacientes en hospitales y centros de salud del país. Estos esfuerzos evidencian una política pública dirigida a la modernización de la atención sanitaria y al fortalecimiento de los procesos administrativos mediante el uso de tecnologías de la información (Ministerio de Salud de Nicaragua, 2024).

Los reportes institucionales indican que miles de atenciones médicas han sido programadas mediante sistemas digitales en diferentes unidades hospitalarias, lo que demuestra la existencia de voluntad política, inversión pública y capacidades técnicas para avanzar en la digitalización del sistema de salud. No obstante, estos avances se han concentrado principalmente en hospitales de mayor complejidad, mientras que en muchas unidades de atención primaria persisten métodos manuales para la gestión de citas médicas.

Desde el ámbito académico, los repositorios de universidades nicaragüenses como la Universidad Central de Nicaragua (UCN) y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) evidencian la existencia de trabajos monográficos y tesis desarrolladas entre los años 2020 y 2025, orientadas al diseño y desarrollo de aplicaciones web para la gestión de citas médicas y expedientes clínicos. Estos estudios reflejan un interés sostenido por parte de la comunidad académica en abordar problemáticas operativas del sector salud mediante soluciones informáticas. Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones se enfocan en propuestas teóricas, prototipos o implementaciones en clínicas privadas, con una limitada evaluación empírica de su impacto en unidades de atención primaria del sector público.

Los antecedentes nacionales evidencian un escenario favorable para el desarrollo de soluciones digitales en salud, pero también ponen de manifiesto un vacío de investigación aplicada en el nivel de atención primaria. Esta situación justifica la pertinencia de desarrollar y analizar un sistema digital de gestión de citas médicas en la clínica Sierra Maestra, como un aporte concreto al proceso de modernización de los servicios de salud y a la generación de conocimiento contextualizado en el ámbito nicaragüense.

Contexto de la Investigación

El contexto de la investigación correspondió a las condiciones estructurales, tendencias tecnológicas y políticas públicas que caracterizaron al sistema de salud nicaragüense en el periodo 2023-2025. A partir de la etapa postpandemia, los sistemas de salud en diversos países aceleraron la adopción de soluciones digitales para mejorar la eficiencia, la accesibilidad y la calidad de los servicios médicos, particularmente en lo que respecta al agendamiento y gestión de citas médicas. La creciente inclusión de tecnologías de información y comunicaciones en estos procesos respondió no solo a la demanda de mayor organización interna, sino también a la necesidad de reducir tiempos de espera y optimizar el uso de los recursos humanos y materiales disponibles.

En Nicaragua, el Ministerio de Salud (MINSA) ha promovido la estrategia de Salud Digital como parte de su política pública para fortalecer el acceso, la cobertura y la gestión de servicios sanitarios en todo el país. Según reportes oficiales, entre 2014 y finales de 2023 el Gobierno nicaragüense invirtió importantes recursos financieros en esta estrategia, permitiendo la implementación de herramientas tecnológicas que facilitan la programación de citas médicas a través de medios electrónicos y el envío de mensajes directos a los pacientes con información relevante para su atención. En este marco, se estimó que alrededor de 120 000 citas médicas se agendaron mensualmente mediante sistemas digitales desplegados en 25 hospitales del país, reflejando un avance significativo en la digitalización de procesos clínicos y administrativos en el sistema de salud pública.

Este contexto evidenció un impulso institucional hacia la modernización de los servicios de salud, impulsado tanto por las políticas nacionales como por la creciente

disponibilidad de tecnologías digitales en el ámbito sanitario. La adopción de sistemas de gestión de citas médicas en línea y la digitalización de registros y comunicaciones con los pacientes formaron parte de un esfuerzo por mejorar la eficiencia operativa, reducir las barreras de acceso físico y disminuir las brechas de atención en poblaciones vulnerables. A pesar de estos avances, persistieron desafíos relacionados con la implementación y el uso efectivo de estas herramientas, especialmente en entornos de atención primaria y clínicas menores, donde los procesos manuales continuaron siendo predominantes en la programación de citas y la gestión diaria de pacientes.

En este escenario, la presente investigación se situó en la Clínica Sierra Maestra en Managua, con el propósito de analizar y proponer un sistema multiplataforma de gestión de citas médicas adaptado a las necesidades locales de dicha unidad de atención. La elección de este contexto se fundamentó en la necesidad de responder a deficiencias operativas observadas en la gestión tradicional de citas, así como en los esfuerzos de digitalización impulsados por el sistema de salud nacional. La investigación, por tanto, se enmarcó en el proceso de consolidación de la salud digital en Nicaragua, aportando evidencia empírica y propuestas tecnológicas aplicadas al nivel de atención primaria.

6.2 Objetivos

Objetivo General

- Desarrollo de un sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas en la clínica Sierra Maestra, en Managua.

6.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las principales problemáticas asociadas a la gestión manual de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra.
- Diseñar un prototipo funcional de un sistema de gestión de citas médicas, acorde a las necesidades del personal y de los pacientes.
- Realizar los módulos del sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas en la clínica sierra maestra.
- Implementar el sistema multiplataforma en la Clínica Sierra Maestra para optimizar el control de las agendas médicas.

6.3 Pregunta de Investigación

¿Cómo el desarrollo de un sistema multiplataforma puede optimizar la gestión de citas y optimizar los procesos administrativos en la Clínica de Sierra Maestra?

6.4 Justificación

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de mejorar la gestión de citas médicas en clínicas de atención primaria, donde aún predominaban procesos manuales que generaban desorganización administrativa, errores en el registro y tiempos de espera prolongados, afectando la eficiencia del servicio y la calidad de la atención brindada a los usuarios. Ante este contexto, el estudio se orientó al análisis y desarrollo de una alternativa tecnológica que contribuyó a optimizar los procesos administrativos vinculados a la programación y seguimiento de citas médicas.

Desde una perspectiva institucional y administrativa, la investigación resultó pertinente debido a su potencial para fortalecer la organización interna de la clínica, facilitando el control del agendamiento, la sistematización de la información y la reducción de errores asociados a la gestión manual. La incorporación de una solución digital permitió mejorar la coordinación del proceso de citas, optimizar el uso del tiempo del personal médico y administrativo, y contribuir a una gestión más eficiente de los recursos disponibles en el nivel de atención primaria.

En el ámbito social, el estudio se justificó por su contribución al acceso ordenado y oportuno a los servicios de salud. Una gestión más eficiente de las citas médicas favoreció la reducción de tiempos de espera y la previsibilidad en la atención, beneficiando especialmente a pacientes que requerían seguimiento continuo, así como a personas con limitaciones de tiempo o recursos. De esta manera, la investigación aportó indirectamente al bienestar de la población atendida, mediante la mejora de los procesos administrativos que sustentaron la prestación del servicio de salud.

La investigación se articuló con el eje 11: Innovación e investigación de la Estrategia Nacional de Bendiciones y Victorias 2024–2026, al promover el uso de tecnologías de la información como herramientas para la modernización institucional. Asimismo, se vinculó con el área prioritaria 6: Educación y Salud Integral, bajo el lineamiento 27: Salud Pública, al enfocarse en el fortalecimiento de la organización y gestión de los servicios de salud desde un enfoque preventivo y de mejora continua, sin intervenir en el ámbito clínico.

De igual forma, el estudio se alineó con el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y Desarrollo Humano, al contribuir al fortalecimiento de los servicios de salud como un factor clave para mejorar la calidad de vida de la población. La optimización de los procesos administrativos en la clínica favoreció una atención más eficiente y accesible, lo cual impactó positivamente en el bienestar social y en la inclusión de los usuarios del sistema de salud.

Desde la perspectiva académica y científica, la investigación aportó conocimiento aplicado desde el área de informática, específicamente en el desarrollo informático de sistemas y programación, al analizar la viabilidad y utilidad de una solución tecnológica orientada a la gestión administrativa en un entorno real. Asimismo, fortaleció la formación profesional en ingeniería en sistemas, al integrar conocimientos de análisis de procesos, diseño de sistemas y gestión de la información, vinculando la tecnología con necesidades concretas del contexto social e institucional.

6.5 Limitaciones

La presente investigación se desarrolló bajo determinadas limitaciones que delimitaron su alcance y deben ser consideradas al momento de interpretar los resultados obtenidos.

En primer lugar, una limitación relevante correspondió al alcance del estudio, ya que la investigación se centró exclusivamente en el desarrollo y validación de un prototipo funcional del sistema multiplataforma, sin llegar a una implementación definitiva ni a una evaluación prolongada de su impacto en la reducción de filas y tiempos de espera.

Asimismo, el estudio presentó una limitación metodológica, dado que el análisis se realizó desde un enfoque cualitativo y en una etapa previa al trabajo de campo completo, lo que impidió la obtención de datos empíricos directos sobre el comportamiento real de los usuarios y del personal en un entorno operativo cotidiano.

Otra limitación estuvo relacionada con la dependencia de la infraestructura tecnológica, ya que la efectividad del sistema multiplataforma propuesto estuvo condicionada a la disponibilidad de conexión a internet, dispositivos adecuados y condiciones técnicas que no formaron parte del control directo de la investigación.

Por último, los resultados del estudio no pueden ser generalizados a otras clínicas o establecimientos de salud, debido a que se trató de un caso específico aplicado a la Clínica Sierra Maestra, cuyas características operativas y contextuales pueden diferir de otras instituciones del sistema de salud.

6.6 Supuesto Básicos

Los supuestos básicos del presente estudio se establecieron como condiciones necesarias para el desarrollo del sistema multiplataforma de gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra, aun cuando estas no fueron verificadas mediante trabajo de campo directo.

En primer lugar, se asumió que la clínica disponía de recursos tecnológicos mínimos, tales como computadoras y acceso básico a internet, que permitieron proyectar la utilización de un sistema digital para la gestión de citas médicas. Este supuesto se consideró razonable dentro del contexto de la estrategia nacional de Salud Digital promovida por el Ministerio de Salud.

Asimismo, se asumió que tanto el personal administrativo y médico como los pacientes contaban con un nivel básico de conocimiento digital que les facilitaría interactuar con una herramienta tecnológica sencilla para la programación y consulta de citas médicas. Este supuesto no implicó un dominio avanzado de tecnologías, sino la capacidad mínima para adaptarse progresivamente al uso de un sistema digital.

Se asumió que el desarrollo del prototipo no representó una carga económica significativa para la clínica, dado que se utilizaron herramientas tecnológicas accesibles y de bajo costo. Este supuesto permitió proyectar la factibilidad del sistema para una futura implementación.

6.7 Categorías, temas y patrones emergentes de la investigación

Para el análisis de los resultados, se establecieron categorías que permitieron organizar la información recolectada en las entrevistas y la revisión de documentos. Estas categorías facilitaron la identificación de patrones de comportamiento y necesidades técnicas que fundamentaron el desarrollo del sistema multiplataforma.

Categoría 1: Deficiencias en la gestión administrativa tradicional En esta categoría, el patrón emergente fue la ineficiencia operativa causada por el uso de métodos manuales. El médico encargado expuso que el control de citas en cuadernos físicos provocaba la pérdida de información y dificultades para realizar el seguimiento de los pacientes. Un tema recurrente fue la falta de reportes estadísticos, lo que impedía conocer con exactitud el flujo de pacientes atendidos. La revisión documental confirmó este patrón, al encontrarse registros incompletos y agendas sobresaturadas que dificultaban la organización diaria de la clínica.

Categoría 2: Limitaciones en la comunicación y acceso del paciente A través de las entrevistas a los pacientes, se identificó un patrón de insatisfacción respecto a los tiempos de espera y la dificultad para agendar citas. Los usuarios señalaron que la necesidad de presentarse físicamente a la clínica o la saturación de las líneas telefónicas representaban barreras significativas. Un tema emergente fue la incertidumbre del paciente al no tener una confirmación segura de su cupo, lo que generaba aglomeraciones innecesarias en la sala de espera. Este patrón evidenció la urgencia de un canal digital que brindara autonomía y confirmación inmediata al usuario.

Categoría 3: Requerimientos funcionales para la solución digital A partir del análisis de las expectativas de ambos grupos de entrevistados, emergió el patrón de necesidad de una herramienta bimodal. El personal médico priorizó la gestión de horarios y la visualización de la agenda en tiempo real, mientras que los pacientes se centraron en la facilidad de uso de la aplicación móvil y la recepción de recordatorios. Un hallazgo importante fue la demanda de interfaces sencillas, dado que se identificó que el sistema debía ser intuitivo para usuarios con distintos niveles de alfabetización digital. Estos temas permitieron definir la arquitectura final del sistema web y la aplicación móvil.

Categoría 4: Impacto esperado en la calidad de la atención Un patrón final que surgió de la investigación fue la percepción de la tecnología como un factor de confianza institucional. El médico proyectó que la automatización reduciría su carga administrativa, permitiéndole dedicar más tiempo a la atención clínica. Por su parte, los pacientes asociaron el uso de una aplicación móvil con una mejora en la imagen de la clínica y una mayor comodidad. Este tema emergente justificó el desarrollo del sistema no solo como una herramienta técnica, sino como un medio para elevar el estándar de calidad en el servicio de salud primaria.

7. Perspectiva teórica

7.1 Estado del arte

El estado del arte presenta una revisión crítica de investigaciones recientes relacionadas con la gestión digital de citas médicas y la aplicación de tecnologías de la información en el sector salud. Para su análisis, se organiza en antecedentes internacionales, regionales y nacionales, lo que permite comprender la evolución del conocimiento desde un enfoque global hasta su aplicación en el contexto específico del estudio, así como identificar vacíos de investigación que justifican el desarrollo del sistema propuesto.

Estado del arte internacional

A nivel internacional, diversas investigaciones recientes han analizado el impacto de los sistemas digitales de gestión de citas médicas como parte de las estrategias de salud digital implementadas en los sistemas sanitarios. Estos estudios coinciden en que la digitalización del proceso de agendamiento contribuyó a mejorar la eficiencia operativa de los servicios de salud y la experiencia del paciente.

Parikh et al. (2023), mediante un estudio cuantitativo aplicado en centros de atención ambulatoria, demostraron que la implementación de sistemas digitales con recordatorios automatizados redujo las tasas de inasistencia a citas médicas entre un 18 % y un 25 %, optimizando el uso del tiempo médico. De forma similar, Zhang et al. (2022) evidenciaron, a través de un estudio cuasi experimental en hospitales públicos, mejoras significativas en la organización de la agenda médica y en los niveles de satisfacción de los usuarios tras la digitalización del proceso de citación.

Asimismo, Smith y colaboradores (2021) analizaron la adopción de plataformas digitales de gestión de citas en sistemas de salud europeos, concluyendo que su efectividad dependió no solo del componente tecnológico, sino también de factores organizativos como la capacitación del personal y la integración con otros sistemas de información clínica.

Estos antecedentes internacionales evidenciaron que los sistemas digitales de gestión de citas médicas constituyen una herramienta eficaz para mejorar la eficiencia de los servicios de salud, siempre que su diseño considere aspectos técnicos, organizativos y de usabilidad.

Estado del arte regional

En el contexto latinoamericano, la literatura científica mostró un crecimiento sostenido en la investigación y desarrollo de soluciones digitales aplicadas a la gestión de servicios de salud, especialmente en el nivel de atención primaria. Estudios regionales señalaron que la implementación de sistemas de citación digital surgió como respuesta a problemáticas recurrentes como la saturación de los servicios, los largos tiempos de espera y la dependencia de procesos administrativos manuales.

Gómez et al. (2022) desarrollaron un estudio en centros de salud públicos de Colombia, donde evaluaron la implementación de un sistema web de gestión de citas médicas, obteniendo una reducción significativa en los tiempos de espera y una mejora en la organización del flujo de pacientes. De igual manera, Rodríguez y Pérez (2021), en un estudio realizado en México, concluyeron que los sistemas digitales de citación permitieron optimizar los recursos humanos y reducir errores administrativos, aunque señalaron limitaciones relacionadas con la conectividad y la alfabetización digital de los usuarios.

Investigaciones regionales coincidieron en que, si bien existieron avances importantes, persistieron desafíos asociados a la infraestructura tecnológica y a la adaptación de los sistemas a contextos institucionales con recursos limitados. Estos hallazgos resaltaron la necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas simples, accesibles y adaptables a las realidades locales.

Estado del arte nacional

A nivel nacional, repositorios académicos de universidades nicaragüenses como la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) y la Universidad Central de Nicaragua (UCN) evidencian la existencia de monografías y tesis desarrolladas entre 2020 y 2025 orientadas al diseño de sistemas de gestión de citas médicas y expedientes clínicos digitales.

La investigación de García (2022) desarrolló un sistema web para la gestión de citas médicas en un centro de salud urbano, utilizando una metodología ágil, logrando disminuir los tiempos de espera y mejorar la organización administrativa. De manera similar, López (2023) presentó un prototipo de sistema de citación digital para una clínica privada, destacando mejoras en la atención al paciente; sin embargo, el estudio no incluyó una evaluación de su implementación en entornos de atención primaria pública.

Si bien el Ministerio de Salud de Nicaragua ha impulsado estrategias de digitalización en el sector salud, la evidencia académica nacional muestra que la mayoría de los estudios se concentran en propuestas teóricas o prototipos, siendo limitada la investigación aplicada y evaluada en clínicas de atención primaria. Este vacío de conocimiento justifica la

pertinencia del presente estudio, orientado al desarrollo de un sistema digital de gestión de citas médicas contextualizado y aplicado a una unidad de atención primaria en Nicaragua.

7.2 Perspectiva teórica asumida

La investigación se fundamenta en diversas teorías y enfoques conceptuales que permiten abordar la problemática de la gestión de citas médicas desde una perspectiva tecnológica, organizacional y orientada al usuario. Estas teorías proporcionan el sustento teórico que guía el análisis, diseño y desarrollo del sistema digital propuesto, asegurando su coherencia con los procesos administrativos propios de la atención primaria en salud.

Una de las teorías fundamentales asumidas es la Teoría de la Gestión de Colas, formulada por Agner Krarup Erlang, la cual se centra en el análisis de los tiempos de espera y la optimización del servicio en contextos con demanda constante (Erlang, 1917). Esta teoría resulta pertinente para la investigación, ya que la gestión manual de citas médicas suele generar filas prolongadas y tiempos de espera elevados. El desarrollo de un sistema digital de citación permite organizar el flujo de pacientes mediante la asignación ordenada de horarios, contribuyendo a una atención más eficiente y predecible.

Desde una perspectiva organizacional, se asume la Teoría General de Sistemas, propuesta por Ludwig von Bertalanffy, la cual concibe a las organizaciones como sistemas abiertos compuestos por elementos interrelacionados que interactúan para alcanzar objetivos comunes (Bertalanffy, 1968). Bajo este enfoque, la clínica de atención primaria es entendida como un sistema integrado por pacientes, personal administrativo, personal médico, procesos y recursos tecnológicos. El sistema digital de gestión de citas se incorpora como un

componente que articula dichos elementos, facilitando la coordinación de actividades y el control de la información administrativa.

Asimismo, la investigación adopta los principios de la Teoría de la Usabilidad, planteada por Jakob Nielsen, la cual establece que los sistemas tecnológicos deben ser fáciles de aprender, eficientes en su uso y satisfactorios para los usuarios (Nielsen, 1993). Este enfoque es especialmente relevante, considerando que el sistema será utilizado tanto por personal administrativo y médico, como por pacientes con distintos niveles de alfabetización digital. Una interfaz clara y accesible favorece la aceptación y el uso continuo del sistema.

Además se incorpora la Teoría de la Innovación Tecnológica, propuesta por Joseph Schumpeter, la cual sostiene que la incorporación de nuevas tecnologías en los procesos organizacionales genera valor agregado y mejora la eficiencia institucional (Schumpeter, 1934). En este sentido, el sistema digital de gestión de citas médicas se concibe como una innovación aplicada a los procesos administrativos tradicionales, orientada a modernizar la organización de la atención y fortalecer el uso estratégico de las tecnologías de la información en el sector salud.

En conjunto, estas teorías permiten sustentar el desarrollo del sistema digital como una solución integral orientada a mejorar la organización de las citas médicas, optimizar los procesos administrativos y favorecer una atención más ordenada en el contexto de la atención primaria.

8. Metodología

8.1 Enfoque cualitativo asumido y su justificación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, de carácter descriptivo, orientado a comprender en profundidad los procesos administrativos vinculados a la gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra. Este enfoque permitió analizar la problemática desde el contexto real en el que se desarrolló, considerando las prácticas organizativas, criterios operativos y experiencias del actor clave involucrado en el proceso.

La adopción del enfoque cualitativo se justificó en que el estudio no persiguió la medición de variables cuantitativas ni la generalización estadística de resultados, sino la comprensión detallada de los procedimientos realizados, las limitaciones del sistema manual de citas y las necesidades funcionales que orientaron el diseño de una solución tecnológica. Desde la óptica del análisis de sistemas, este enfoque resultó pertinente para el levantamiento de requerimientos, al permitir identificar de manera precisa los elementos funcionales y no funcionales necesarios para el desarrollo del sistema multiplataforma propuesto.

8.2 Muestra teórica y sujeto de estudio

La población de estudio estuvo constituida por el personal responsable de la gestión de citas médicas y los pacientes que utilizan el servicio de citas en la Clínica Sierra Maestra.

La muestra teórica es de tipo no probabilística por conveniencia estuvo conformada por el médico encargado del proceso de gestión de citas, debido a su rol central en la organización de la agenda, la coordinación de horarios y la atención directa a los pacientes,

así como por un grupo de pacientes seleccionados por su participación activa en el uso del sistema.

La elección de estos participantes se fundamenta en que el médico posee un conocimiento integral del funcionamiento operativo de la clínica, mientras que los pacientes representan a los usuarios finales del sistema, lo que permite obtener información suficiente, pertinente y relevante para el análisis del problema y el diseño del sistema multiplataforma.

8.3 Métodos y técnicas de recolección de datos utilizados

El estudio se basó en un proceso de recolección de datos orientado a obtener información directa de los actores involucrados y de la realidad operativa de la Clínica Sierra Maestra. Para esto, se utilizaron instrumentos específicos que permitieron recopilar tanto las necesidades del personal médico como las experiencias y expectativas de los usuarios del servicio. Todo este proceso fue guiado técnica y metodológicamente por la Matriz de Descriptores (Anexo 3), la cual aseguró que los datos recolectados estuvieran alineados con los objetivos de la ingeniería.

La técnica principal de recolección de datos fue la entrevista semiestructurada, la cual se aplicó tanto al médico encargado de la clínica como a una muestra de pacientes. A través de este instrumento aplicado al médico, se conocieron a detalle los procedimientos para la asignación de citas y las dificultades que presentaba el uso de métodos físicos. Por otro lado, las entrevistas realizadas a los pacientes permitieron identificar las barreras de

acceso, los tiempos de espera percibidos y las funciones que los usuarios consideraron necesarias para la aplicación móvil, como la facilidad de agendamiento y la recepción de recordatorios (Anexo 2).

De manera complementaria, se utilizó la técnica de revisión documental. Esta consistió en el análisis de los libros de registro y agendas físicas que la clínica utilizaba para organizar sus citas médicas. El análisis de estos documentos fue fundamental para comprender cómo se estructuraba la información de manera tradicional y qué datos eran indispensables capturar en la base de datos del nuevo sistema.

Análisis de la información y procesamiento de datos

Una vez finalizada la fase de campo, se procedió al análisis cualitativo de la información mediante la Matriz de Reducción de Datos (Anexo 4). Este proceso consistió en la organización, clasificación y síntesis de las respuestas obtenidas en las entrevistas y los hallazgos de la revisión documental. La aplicación de esta matriz permitió filtrar la información irrelevante y concentrar el análisis en las "unidades de significado" que describen los problemas críticos de gestión en la clínica.

El análisis realizado con estos instrumentos fue fundamental para la traducción de necesidades sociales a requerimientos técnicos. Mediante la triangulación de la información depositada en la matriz de reducción, se definieron los módulos funcionales del sistema (citas, pacientes, recetas) y los atributos de calidad (seguridad, disponibilidad), asegurando que el desarrollo multiplataforma responda fielmente a la estructura operativa de la institución y a las expectativas de usabilidad de los pacientes.

8.4 Criterios de calidad aplicados: Credibilidad y Confiabilidad

Para asegurar el rigor científico de la investigación, se aplicaron los criterios de credibilidad y confiabilidad, los cuales garantizaron que los hallazgos fueran un reflejo fiel de la situación administrativa en la Clínica Sierra Maestra.

La credibilidad se logró mediante la obtención de testimonios directos y genuinos de los actores clave. Al realizar las entrevistas al médico encargado y a los pacientes, se recolectó información de primera mano sobre las fallas del sistema manual, como la pérdida de cupos y la falta de notificaciones. La veracidad de los datos se sustentó en la coherencia entre lo expresado por el Dr. José Martínez sobre la carga administrativa y las quejas de los usuarios sobre la dificultad de agendamiento. Este criterio permitió que el diseño del sistema multiplataforma se basara en problemas reales y comprobables, asegurando que la solución técnica fuera pertinente para el contexto de la clínica.

Por su parte, la confiabilidad se garantizó a través del registro sistemático y el manejo ordenado de toda la evidencia recolectada durante el estudio. Se mantuvo un control estricto de las guías de entrevista y de los datos extraídos de la revisión de los registros físicos del centro de salud. Este orden metodológico permitió que el análisis de los requerimientos técnicos fuera consistente y que cada función del sistema, desde el módulo administrativo hasta la aplicación móvil, estuviera respaldada por la información documental y testimonial obtenida en el campo.

Asimismo, la validación de la información con el personal médico de la clínica reforzó estos criterios de calidad. Al presentar los puntos críticos identificados y confirmar

que coincidían con la operatividad diaria, se aseguró que los resultados de la investigación fueran consistentes y útiles para la institución. Este proceso de verificación otorgó solidez a la propuesta tecnológica, garantizando que el sistema desarrollado respondiera con precisión a las demandas de modernización de la Clínica Sierra Maestra.

8.5. Métodos y técnicas para el procesamiento de datos y análisis de información.

El procesamiento de la información se llevó a cabo mediante un riguroso procedimiento de análisis de contenido cualitativo, orientado a transformar los datos empíricos recolectados en las entrevistas y la revisión documental en insumos técnicos para el desarrollo del software. Este proceso se ejecutó de manera sistemática, asegurando que cada requerimiento del sistema multiplataforma tuviera un sustento directo en las necesidades manifestadas por el personal médico y los pacientes de la Clínica Sierra Maestra. Todo el proceso analítico estuvo respaldado por la información obtenida a través de los instrumentos presentados en los anexos correspondientes (Anexo 2: Guía de Entrevista; Anexo 3: Matriz de Descriptores).

En la primera etapa del procesamiento, se procedió con la transcripción íntegra de los audios y notas tomadas durante las entrevistas semiestructuradas aplicadas al Dr. José Martínez y a los diez pacientes seleccionados. Este paso fue fundamental para preservar la originalidad de los testimonios y evitar sesgos en la interpretación. Una vez que se contó con el texto completo, se inició un proceso de codificación abierta, donde se identificaron frases y conceptos clave relacionados con la gestión de citas, tales como errores en el registro manual, saturación de la sala de espera y falta de comunicación inmediata. Las transcripciones completas pueden consultarse en el apartado de anexos (Anexo 5).

Posteriormente, se aplicó la técnica de categorización por dimensiones. Los datos transcritos se organizaron en una matriz de análisis que permitió agrupar la información en tres ejes principales: operatividad administrativa, experiencia del usuario y requerimientos tecnológicos. En el eje de operatividad administrativa, se analizaron las respuestas del

médico sobre la pérdida de citas y la dificultad de reorganizar agendas físicas. En el eje de experiencia del usuario, se procesaron las quejas y sugerencias de los pacientes sobre los métodos de contacto actuales. Finalmente, en el eje tecnológico, se sintetizaron las funciones que los entrevistados consideraron indispensables, como la confirmación automática y la visualización de horarios disponibles.

De forma complementaria, se integró el análisis de la revisión documental al procesamiento de datos. Se examinaron los patrones encontrados en las agendas físicas y libros de registro de la clínica, contrastando la estructura de datos que se utilizaba manualmente con la lógica de base de datos necesaria para el nuevo sistema. Este análisis permitió definir qué campos de información eran críticos (nombres, especialidades, turnos) y cuáles presentaban mayores niveles de error en el formato analógico, garantizando que el procesamiento digital corrigiera estas deficiencias de raíz. Los documentos analizados se detallan en el apartado de anexos (Anexo 6).

La etapa final del análisis consistió en la síntesis de requerimientos funcionales y no funcionales, proceso sistematizado mediante la Matriz de Reducción de Datos (Anexo 4). A través de la interpretación de los patrones recurrentes en los testimonios y su organización dentro de dicha matriz, se dedujeron las reglas de negocio que el sistema debía seguir. El análisis de información permitió concluir que el procesamiento manual era el foco principal de la ineficiencia institucional, por lo que se priorizó el diseño de un algoritmo de asignación de citas que eliminara la posibilidad de duplicidad y optimizara la gestión de horarios.

Este método de procesamiento de datos aseguró que el desarrollo tecnológico no fuera una simple automatización de procesos existentes, sino una solución integral diseñada a partir del análisis profundo, estructurado y documentado de la realidad institucional, debidamente respaldado en los instrumentos y matrices presentados en los anexos.

9. Discusión de resultados o hallazgos

Los hallazgos de la investigación demostraron que la Clínica Sierra Maestra operaba bajo un esquema de gestión de citas altamente vulnerable e ineficiente debido a su naturaleza analógica. Al discutir los resultados obtenidos de las entrevistas, se observó una brecha crítica entre la capacidad operativa del médico y la accesibilidad real de los pacientes. Mientras el Dr. José Martínez identificó la desorganización de la agenda física y la pérdida de datos como su mayor obstáculo para la productividad, los pacientes enfatizaron la incertidumbre y el alto costo de oportunidad que implicaba el desplazamiento físico o las llamadas fallidas para agendar una atención. Este contraste revela que el problema no era solo administrativo, sino de comunicación sistémica.

Este escenario coincide plenamente con lo planteado por Pressman en la literatura sobre ingeniería de software, donde se sostiene que la automatización de procesos básicos no es solo una mejora técnica, sino un cambio en el modelo de negocio que eleva la calidad percibida del servicio. Un hallazgo de alto valor académico fue la disposición de los pacientes hacia el uso de la aplicación móvil. A pesar de que inicialmente se consideró la alfabetización digital como una barrera técnica infranqueable para ciertos sectores de la población en Managua, los datos recolectados demostraron que la necesidad de un servicio eficiente supera el temor a la tecnología. Los pacientes asocian la aplicación móvil con modernidad, seguridad y, sobre todo, con la eliminación de tiempos de espera innecesarios en la sala de la clínica.

La discusión permite concluir que la solución multiplataforma desarrollada aborda la problemática desde una perspectiva integral de ingeniería. La versión web administrativa proporciona al médico una estructura de datos organizada que antes era inexistente en sus agendas de papel, permitiéndole una toma de decisiones basada en información real y no en suposiciones. Por otro lado, la aplicación móvil otorga al paciente el empoderamiento necesario para gestionar su salud de manera autónoma. En resumen, la transición digital en la Clínica Sierra Maestra validó que la optimización de los flujos de información es el pilar fundamental para la modernización de la atención primaria de salud en el contexto nicaragüense, alineándose con las estrategias nacionales de transformación digital vigentes

10. Conclusiones

Se diagnosticó de manera exhaustiva el estado actual de la gestión de citas en la Clínica Sierra Maestra, determinando que la dependencia absoluta de métodos manuales generaba una saturación administrativa crítica. A través del análisis de las entrevistas y la revisión de los libros de registro, se concluyó que el uso de agendas físicas era el factor principal de ineficiencia, provocando errores frecuentes en la asignación de horarios, duplicidad de cupos y una constante vulnerabilidad en el resguardo de la información de los pacientes. Este diagnóstico inicial confirmó que la problemática no era solo la falta de una herramienta digital, sino la ausencia de un flujo de trabajo organizado que permitiera una atención fluida y profesional.

Se identificaron y definieron con precisión los requerimientos funcionales y técnicos indispensables para la solución tecnológica, partiendo de las necesidades reales manifestadas por el médico encargado y los pacientes. Se concluyó que, para resolver las deficiencias

detectadas, el sistema debía integrar obligatoriamente módulos de gestión de perfiles de pacientes, un calendario interactivo con visualización de disponibilidad en tiempo real y un sistema de notificaciones automáticas. Estos requerimientos se diseñaron bajo un enfoque de usabilidad, asegurando que la herramienta fuera intuitiva tanto para la administración de la clínica como para los usuarios con distintos niveles de alfabetización digital, garantizando así la utilidad práctica de la solución.

Se desarrolló de forma integral la arquitectura del sistema multiplataforma, logrando la creación de una plataforma web robusta para la administración clínica y una aplicación móvil ágil para el uso de los pacientes. La conclusión técnica de esta etapa destaca que la integración de ambas herramientas bajo una base de datos centralizada permitió la eliminación definitiva de los registros en papel. El diseño del software se centró en la seguridad de los datos y en la rapidez de respuesta, proporcionando una infraestructura tecnológica moderna que permite la sincronización inmediata de la información entre la recepción de la clínica y los dispositivos móviles de los usuarios.

Se implementó el sistema multiplataforma en la Clínica Sierra Maestra, logrando optimizar de manera efectiva el control de las agendas médicas y la comunicación directa con los pacientes. A través de las pruebas de funcionamiento y la validación con los actores clave, se concluyó que la puesta en marcha de la herramienta redujo drásticamente los errores en la asignación de citas y eliminó la incertidumbre de los pacientes sobre el estado de sus cupos. La implementación exitosa demostró que la tecnología, cuando se diseña a medida,

funciona como un motor de modernización que no solo eleva la eficiencia administrativa, sino que transforma la experiencia de atención en salud, cumpliendo satisfactoriamente con las metas planteadas en la investigación.

11. Recomendaciones

Se recomienda a la administración de la Clínica Sierra Maestra la adopción formal del sistema multiplataforma como la herramienta principal para el registro y control de pacientes, eliminando paulatinamente el uso de bitácoras físicas para evitar la duplicidad de información y garantizar que la base de datos se mantenga actualizada y fiel a la realidad operativa del centro.

Se sugiere la ejecución de mantenimientos preventivos trimestrales al código fuente y a la base de datos del sistema, con el objetivo de optimizar el rendimiento de las consultas y asegurar la compatibilidad con las actualizaciones de los sistemas operativos Android e iOS, garantizando así que la aplicación móvil no presente errores de ejecución ante los constantes cambios tecnológicos del mercado.

Se recomienda la implementación de un protocolo de seguridad informática que incluya el cambio periódico de credenciales de acceso administrativo y la realización de copias de seguridad externas. Dado que el sistema gestiona datos sensibles de salud, es imperativo asegurar que la información esté protegida contra accesos no autorizados o pérdidas accidentales por fallos en el servidor local.

Se sugiere ampliar las capacidades del sistema en versiones posteriores mediante la integración de un módulo de notificaciones push personalizadas y recordatorios vía SMS. Esta funcionalidad permitiría reducir aún más el índice de ausentismo de los pacientes, automatizando el contacto directo sin requerir intervención manual por parte del personal de la clínica.

Se recomienda establecer un plan de capacitación básica para cualquier nuevo personal que se incorpore a la clínica, centrado en el uso del panel administrativo web. Esto asegurará la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, evitando que el desconocimiento técnico del software provoque un retorno a los métodos de gestión manuales que resultaron ser ineficientes.

12. Referencias

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Ministerio de Salud. (2024). *La estrategia de Salud Digital en Nicaragua está cambiando las atenciones*. Gobierno de la República de Nicaragua. https://www.minsa.gob.ni/centro-de-medios/noticias/la-estrategia-de-salud-digital-en-nicaragua-esta-cambiando-las-atenciones

Gobierno de la República de Nicaragua. (2021). *Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022–2026*. Managua, Nicaragua.

Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. (2023). *Estrategia Nacional de Educación en todas sus modalidades "Bendiciones y Victorias" 2024–2026*. Managua, Nicaragua.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Marco normativo de la telemedicina: Estado actual y tareas pendientes en América Latina y el Caribe*. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Marco-normativo-de-telemedicina-estado-actual-y-tareas-pendientes.pdf

Parikh, A., Gupta, K., Wilson, A. C., Fields, K., Cosgrove, N. M., & Kostis, J. B. (2023). The effectiveness of outpatient appointment reminder systems: A systematic review. *Journal of Medical Internet Research, 25*, e43102. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9933067/

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Sage.

World Health Organization. (2021). *Digital health: A framework for health system strengthening*. WHO.

World Bank. (2020). *Digital inclusion and the elderly in Latin America*. World Bank.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications*. Sage.

13. Anexos o apéndices:

Anexo 1: Carta Aval del negocio

Managua, 30 de enero de 2026

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Dr. Fernando Israel Cassaya, en calidad de encargado administrativo y parte responsable de la atención medica en La Clínica Sierra Maestra, ubicada en el departamento de Managua, por medio de la presente doy mi autorización y consentimiento a los estudiantes Juan Carlos Sevilla Sáenz y Diego Alejandro Alemán Salguera, de la carrera de Ingeniería en Sistemas, para que puedan llevar a cabo su proyecto de investigación titulado:

"Desarrollo de un sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra, en Managua, en el período noviembre 2025 – marzo 2026".

La presente autorización incluye el consentimiento para realizar entrevistas, observación de procesos administrativos y la recopilación de información necesaria, con el único propósito de recolectar datos que respalden el desarrollo académico y metodológico de la investigación antes mencionada.

De igual manera, se deja constancia de que la información proporcionada será utilizada exclusivamente con fines académicos, comprometiéndose los estudiantes a guardar sigilo, confidencialidad y privacidad sobre los datos obtenidos, especialmente aquellos relacionados con pacientes, ingresos, procesos internos y cualquier otra información sensible de la clínica. En ningún caso dicha información será divulgada ni utilizada con fines ajenos a la investigación.

Se extiende la presente en señal de conformidad y respaldo al proyecto, reconociendo su aporte al mejoramiento de los procesos administrativos y de gestión de la Clínica Sierra Maestra.

En virtud de lo anterior, firmo la presente para los fines académicos correspondientes.

Atentamente,

Dr. Fernando Israel C. Salguera
MÉDICO INTERNO
CÓD. MOSP 679

Dr. Fernando Israel Cassaya

Médico General

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

El objetivo de esta entrevista es conocer su experiencia y opinión sobre el proceso actual de gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra, así como identificar las principales dificultades, necesidades y oportunidades de mejora, con el propósito de aportar información que sirva de base para el proyecto titulado "Desarrollo de un sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra, en Managua, en el período noviembre 2025 – marzo 2026", garantizando que la información brindada sea utilizada únicamente con fines académicos y de investigación.

Nombre del entrevistador:

Función:

Lugar de la entrevista:

Instrucciones

La presente entrevista tiene fines estrictamente académicos. La información proporcionada será manejada de manera confidencial y utilizada únicamente para el desarrollo de la investigación. Se solicita responder con sinceridad, de acuerdo con su experiencia laboral.

Preguntas:

1. ¿Cómo describe actualmente el proceso de gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra?
2. ¿Qué dificultades o limitaciones ha identificado en la organización, control y seguimiento de las citas médicas con el método actual?
3. ¿De qué manera se realiza el registro de los pacientes y la programación de las citas médicas en la clínica?

4.Desde su experiencia, ¿cómo considera que el método actual de gestión de citas influye en la eficiencia operativa y la productividad administrativa de la clínica?

5 .¿Qué herramientas tecnológicas utiliza actualmente la clínica para apoyar los procesos administrativos relacionados con la gestión de citas médicas?

6.¿Qué necesidades específicas considera prioritarias que debería resolver un sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas?

7.¿Qué funcionalidades considera indispensables que debería incluir un sistema multiplataforma para mejorar la gestión de citas médicas en la clínica?

8.¿Considera viable la implementación de un sistema multiplataforma de gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra durante el período noviembre 2025 – marzo 2026? ¿Por qué?

9.¿Qué impacto cree que tendría la implementación de este sistema multiplataforma en la atención a los pacientes y en la organización administrativa de la clínica?

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

El objetivo de esta entrevista es conocer su experiencia y opinión sobre el proceso actual de gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra, así como identificar las principales dificultades, necesidades y oportunidades de mejora, con el propósito de aportar información que sirva de base para el proyecto titulado "Desarrollo de un sistema multiplataforma para optimizar la gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra, en Managua, en el período noviembre 2025 – marzo 2026", garantizando que la información brindada sea utilizada únicamente con fines académicos y de investigación.

Nombre del entrevistador:

Lugar de la entrevista:

Instrucciones

La presente entrevista tiene fines estrictamente académicos. La información proporcionada será manejada de manera confidencial y utilizada únicamente para el desarrollo de la investigación. Se solicita responder con sinceridad, de acuerdo con su experiencia laboral.

Preguntas

1. ¿Cómo suele solicitar o agendar actualmente sus citas médicas en la Clínica Sierra Maestra?
2. ¿Qué tipo de dificultades ha experimentado al momento de obtener una cita médica en la clínica?
3. Desde su experiencia, ¿cómo percibe el proceso actual de gestión de citas médicas en cuanto a claridad y organización?
4. ¿Cuánto tiempo aproximadamente debe esperar para ser atendido el día de su cita médica y cómo valora ese tiempo de espera?
5. ¿Qué tan útil le resultaría poder solicitar, consultar o modificar sus citas médicas a través de un sistema digital, como una aplicación o una página web? ¿Por qué?

6. ¿De qué manera considera que un sistema digital de gestión de citas podría mejorar su experiencia como paciente en la Clínica Sierra Maestra?

Anexo 3: Matriz de descriptores.

Variable	Categoría	Descriptor	Indicador	Tipo de instrumento	Preguntas
Gestión de citas médicas	Proceso actual	Forma en que se gestiona actualmente la programación y control de citas médicas	Descripción del proceso de asignación y seguimiento de citas	Entrevista semiestructurada	1
Gestión de citas médicas	Organización y control	Dificultades en la organización y control de las citas médicas	Identificación de problemas y limitaciones en el método actual	Entrevista semiestructurada	2
Gestión de citas médicas	Registro de información	Mecanismos utilizados para el registro de pacientes y citas	Tipo de registro utilizado (manual o digital)	Entrevista semiestructurada	3
Gestión de citas médicas	Eficiencia administrativa	Influencia del método actual en la productividad administrativa	Percepción sobre eficiencia y productividad	Entrevista semiestructurada	4
Sistema multiplataforma	Tecnología actual	Herramientas tecnológicas utilizadas en la gestión de citas	Uso o no de herramientas tecnológicas	Entrevista semiestructurada	5
Sistema multiplataforma	Necesidades del sistema	Necesidades prioritarias que debe resolver el sistema	Necesidades funcionales identificadas	Entrevista semiestructurada	6
Sistema multiplataforma	Funcionalidades requeridas	Funcionalidades indispensables del sistema multiplataforma	Funciones clave sugeridas	Entrevista semiestructurada	7
Sistema multiplataforma	Viabilidad	Factibilidad de implementación del sistema	Percepción de viabilidad técnica y operativa	Entrevista semiestructurada	8
Sistema multiplataforma /	Impacto esperado	Impacto del sistema en la atención y organización	Cambios esperados en la atención al paciente y administración	Entrevista semiestructurada	9

Fuente: Auditoria propia

Anexo 4: Matriz de reducción de datos.

Pregunta realizada al Médico	Respuesta textual del Médico	Reducción de datos / Categoría emergente
¿Cómo describe el proceso actual para la gestión de citas médicas?	Actualmente las citas se gestionan de forma manual en una agenda física. Los pacientes solicitan su cita por llamada, WhatsApp o presencialmente.	Proceso manual; uso de agenda física; solicitudes por llamada, WhatsApp y presencial.
¿Qué dificultades ha identificado en el método actual?	Se presentan errores en horarios, retrasos, cancelaciones sin previo aviso y dificultad para reorganizar citas.	Errores de horario; retrasos; cancelaciones; dificultad para reorganización.
¿Cómo se realiza el registro de pacientes y citas?	El registro se realiza manualmente en una libreta con nombre, número y hora asignada.	Registro manual en libreta; sin base de datos digital.
¿Afecta el método actual la productividad?	Sí, porque cuando hay desorganización se generan tiempos de espera prolongados.	Desorganización genera tiempos de espera; afecta productividad.
¿Qué herramientas tecnológicas utilizan?	Se utiliza únicamente teléfono celular y WhatsApp.	Uso básico de tecnología; no existe sistema especializado.
¿Qué beneficios aportaría un sistema digital?	Mayor organización, reducción de errores y recordatorios automáticos.	Organización administrativa; disminución de errores; automatización de recordatorios.
¿Qué funcionalidades considera indispensables?	Calendario digital, registro de pacientes y confirmación automática de citas.	Agenda digital; base de datos de pacientes; confirmación automática.
¿Es viable implementarlo?	Sí, siempre que sea sencillo y fácil de utilizar.	Disposición positiva; requiere facilidad de uso.
¿Qué impacto tendría?	Mejoraría la organización administrativa y la satisfacción del paciente.	Mejora organizativa; aumento de satisfacción del paciente.

Fuente: Auditoria propia

Pregunta	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4	Paciente 5	Paciente 6	Consenso
¿Cómo agenda actualmente su cita médica?	Llama por teléfono	WhatsApp	Presencial	Llamada	Familiar agenda	Al salir de consulta	Predomina teléfono/WhatsApp; proceso manual y presencial.
¿Ha tenido dificultades para obtener cita?	Teléfono ocupado	Tardan en responder	Sin horario disponible	Retraso el día de cita	No contestaron llamada	Reprogramación	Frecuentes fallas de comunicación y desorganización.
¿Considera organizado el proceso actual?	Claro pero manual	Puede mejorar	Tradicional	Depende del día	Entendible pero lento	Funcional pero básico	Proceso manual, básico y con oportunidad de mejora.
¿Tiempo promedio de espera?	30 minutos	25 minutos	35 minutos	40 minutos	20 minutos	30 minutos	Promedio entre 25 y 35 minutos.
¿Considera útil un sistema digital?	Sí, útil	Sí, facilitaría proceso	Sí, práctico	Sí, ayudaría mucho	Sí, moderno	Sí, fácil de usar	Aceptación total hacia sistema digital.
¿Cómo mejoraría su experiencia?	Reducir espera	Ahorrar tiempo	Agendar desde casa	Recordatorios	Mejor puntualidad	Más organización	Reducir tiempos, mejorar organización y recordatorios.

Fuente: Auditoria propia

Anexo 5: Guía de diseño informático.

Movil

1. Diseño del proyecto informático.

La versión móvil de MedicalHand fue diseñada como una aplicación desarrollada en Flutter, orientada a pacientes. Su objetivo principal es permitir la programación y gestión de citas médicas desde dispositivos móviles, facilitando el acceso remoto y reduciendo tiempos de espera. Utiliza Firebase como backend centralizado para autenticación, almacenamiento de datos y notificaciones en tiempo real.

Tipo de sistema:

Aplicación móvil multiplataforma desarrollada en Flutter.

Arquitectura:

Arquitectura cliente-servidor basada en servicios en la nube.

Cliente: Aplicación Flutter (Android / iOS)

- Backend: Firebase
- Authentication
- Firestore
- Storage
- Messaging
- Functions
- App Check

Modelo arquitectónico interno:

Patrón MVVM (Model – View – ViewModel)

Estructura del proyecto:

- view → Interfaces de usuario
- view_model → Lógica de negocio
- data → Acceso a datos y servicios
- app → Configuración general

2. Definición de requerimientos.

Se definieron requerimientos funcionales como el registro de usuarios, programación de citas, visualización de historial clínico y recepción de notificaciones. En cuanto a los requerimientos no funcionales, se estableció la necesidad de seguridad, disponibilidad 24/7, interfaz intuitiva y sincronización en tiempo real con la base de datos.

Requerimientos Funcionales

El sistema debe:

- RF1: Permitir registro y autenticación segura de usuarios.
- RF2: Permitir programación de citas médicas.
- RF3: Permitir modificar o cancelar citas.
- RF4: Mostrar historial clínico básico.
- RF5: Enviar recordatorios automáticos 24h / 48h antes.
- RF6: Permitir gestión de filas virtuales.
- RF7: Permitir carga de imágenes/documentos médicos.

Requerimientos No Funcionales

- RNF1: Seguridad mediante Firebase Auth.
- RNF2: Tiempo de respuesta menor a 3 segundos.

- RNF3: Disponibilidad basada en infraestructura Firebase.
- RNF4: Interfaz intuitiva y accesible.
- RNF5: Protección de datos mediante reglas de Firestore.

3. Metodologías del desarrollo.

Tipo de metodología

Para el desarrollo de la aplicación móvil se adoptó la metodología ágil SCRUM, debido a su enfoque iterativo e incremental, el cual permite la construcción progresiva del sistema mediante ciclos cortos denominados Sprints.

La naturaleza del proyecto, orientado a la gestión de citas médicas y acceso a información clínica desde dispositivos móviles, requería un modelo flexible que permitiera ajustes continuos según la validación funcional y pruebas de usabilidad.

El proceso contempló las siguientes etapas:

▪ Definición inicial de requerimientos funcionales y no funcionales.
▪ Diseño preliminar de interfaces (UI/UX).
▪ Priorización de funcionalidades críticas (registro, programación de citas, notificaciones).
▪ Desarrollo incremental por módulos.
▪ Pruebas funcionales por iteración.
▪ Ajustes y optimización del rendimiento.

La selección de SCRUM se fundamenta en:

▪ Adaptabilidad: permitió incorporar mejoras en la experiencia del usuario y ajustes en la gestión de citas sin afectar la estructura general del sistema.

▪ Iteraciones cortas (Sprints): cada módulo (autenticación, citas, historial clínico) fue desarrollado y validado progresivamente, reduciendo riesgos técnicos.

▪ Enfoque centrado en el usuario: el diseño se orientó principalmente a pacientes, cuidadores y adultos mayores, priorizando simplicidad y accesibilidad.

Diseño de arquitectura

La aplicación móvil fue desarrollada bajo una arquitectura basada en capas (Arquitectura Modular MVVM – Model View ViewModel), implementada en Flutter. Esta arquitectura permite una clara separación entre:

▪ Presentación (UI)
▪ Lógica de negocio
▪ Acceso a datos

El uso de esta estructura facilita el mantenimiento, escalabilidad y organización del código, reduciendo el acoplamiento entre componentes.

La arquitectura se organiza en:

▪ Model (Data Layer): Gestiona la interacción con Firebase (Firestore, Auth, Storage).
▪ View: Interfaces gráficas construidas en Flutter.
▪ ViewModel: Contiene la lógica intermedia entre la vista y los datos.

Capa de entidades

Las principales entidades del sistema móvil son:

Usuario / Paciente

Representa al paciente que utiliza la aplicación para programar citas.

Relaciones:

• Un paciente puede registrar múltiples citas (Relación 1:N con Cita).

• Un paciente posee un historial clínico asociado.

Gestiones CRUD:

▪ Crear cuenta mediante registro.

▪ Consultar información personal.

▪ Actualizar datos de perfil.

▪ Desactivar cuenta según políticas del sistema.

Cita

Representa la solicitud de atención médica programada por el paciente.

Relaciones:

▪ Una cita pertenece a un paciente.

▪ Una cita se asocia a un médico.

Gestiones CRUD:

▪ Crear cita seleccionando fecha y especialidad.

▪ Validar disponibilidad antes de confirmar.

▪ Modificar o cancelar cita.

▪ Actualizar estado (pendiente, confirmada, cancelada).

Historial Clínico

Representa el registro básico de consultas médicas previas.

Relaciones:

▪ Un historial pertenece a un paciente.

▪ Puede contener múltiples registros médicos.

Gestiones CRUD:

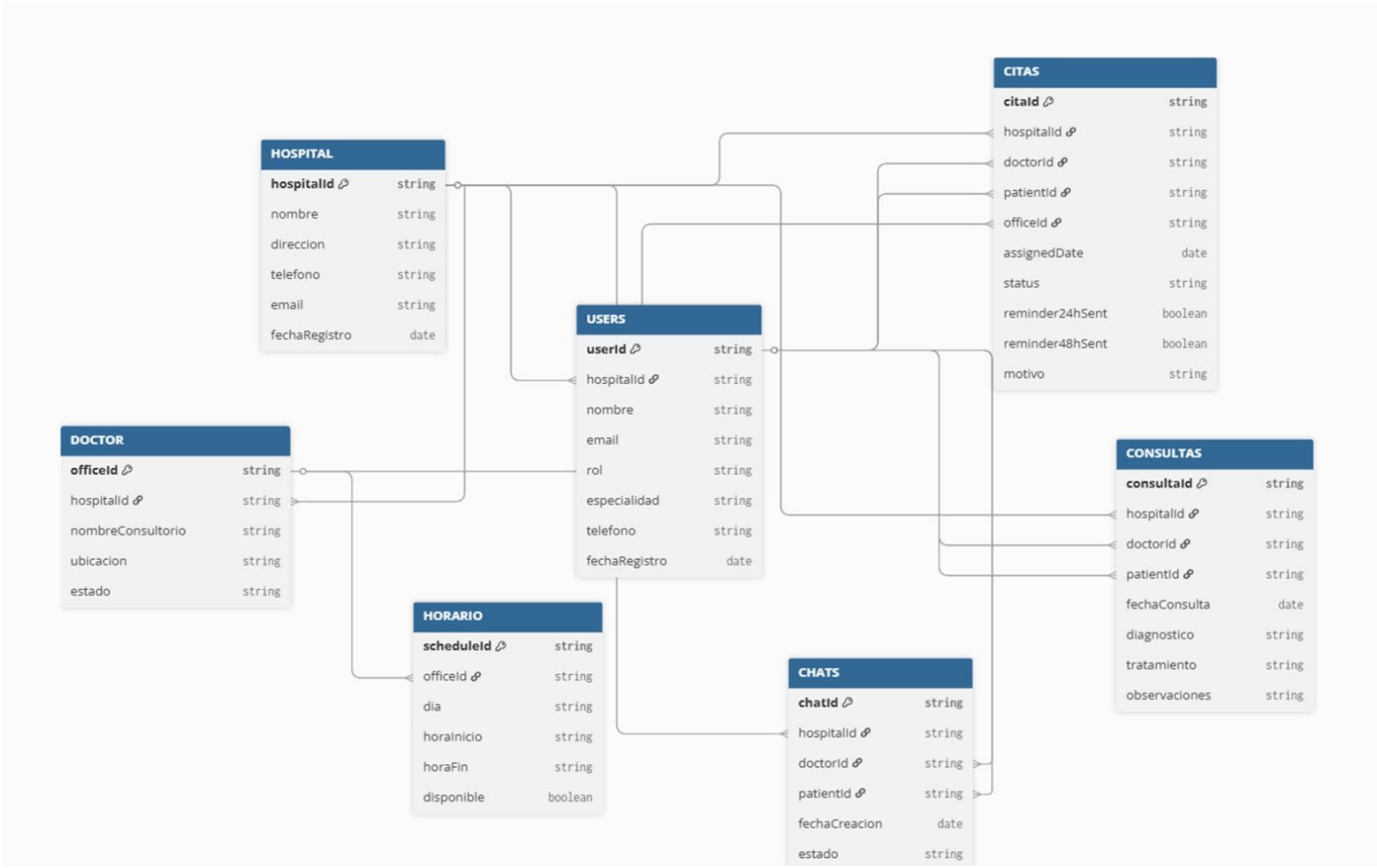
▪ Consultar información médica.

▪ Visualizar diagnósticos previos.

▪ Acceder a tratamientos registrados por el médico.

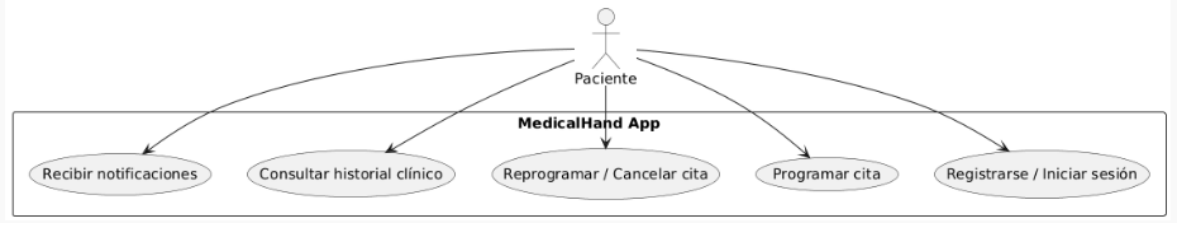
Esta entidad garantiza trazabilidad médica y continuidad en la atención.

4. Diagrama entidad relación.



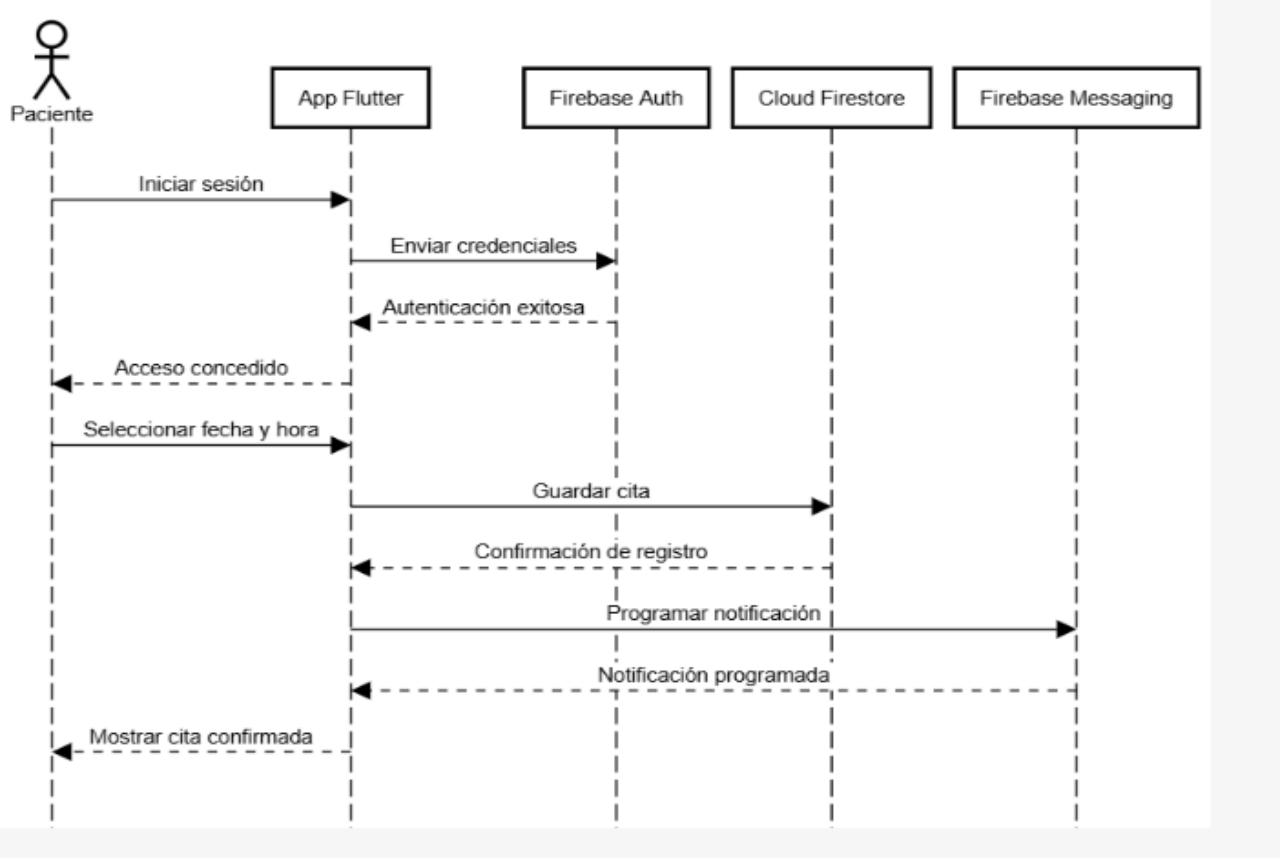
El modelo de datos contempla entidades como Paciente, Cita e Historial Clínico. Un paciente puede tener múltiples citas y un historial asociado. Las relaciones permiten organizar la información médica de forma estructurada dentro de Firestore.

5. Casos de uso.



6. Diagrama de secuencias.

El flujo de interacción inicia cuando el paciente utiliza la aplicación, la cual valida credenciales en Firebase Authentication y posteriormente registra o consulta información en Firestore, devolviendo una confirmación al usuario.



7. Diagrama de actividades.

Diagrama de Flujo: Flujo General del Usuario

Este diagrama describe la lógica de la pantalla de inicio (SplashScreen) para determinar a dónde debe navegar el usuario. El flujo se divide en dos caminos principales: para un usuario ya autenticado y para un usuario nuevo o que ha cerrado sesión.

https://drive.google.com/file/d/1RSpPQ34AGmolTQSgJFO4XraYv-49TpgT/view?usp=sharing

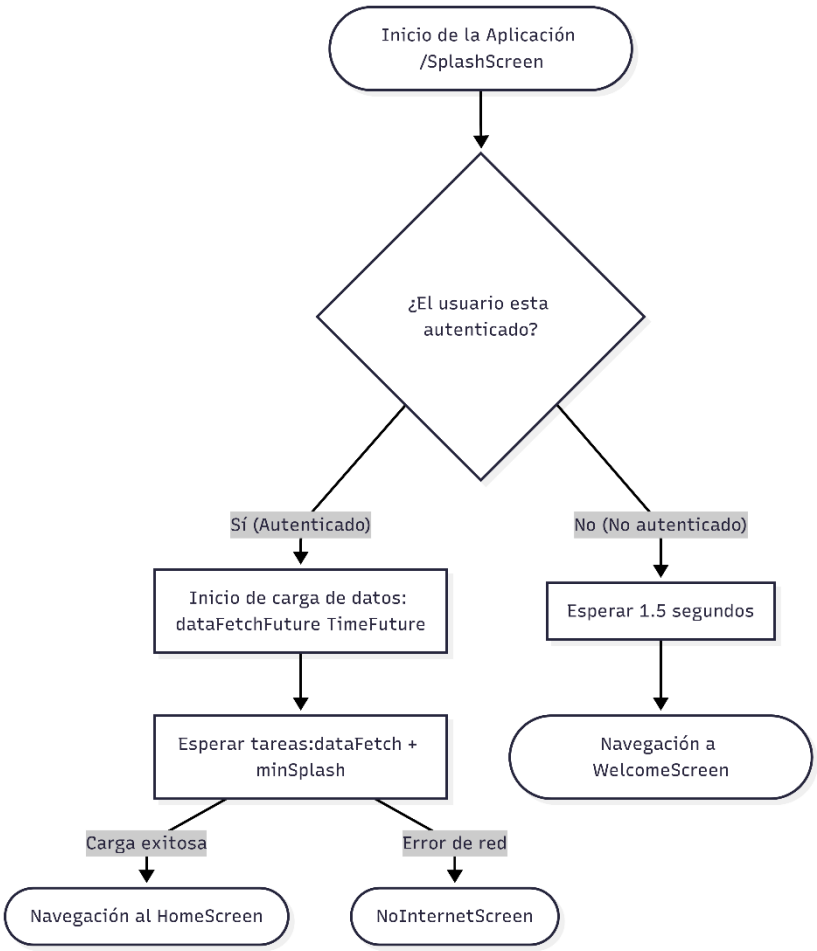

Inicio de la Aplicación /SplashScreen
¿El usuario esta autenticado?
Sí (Autenticado)
No (No autenticado)
Inicio de carga de datos: dataFetchFuture TimeFuture
Esperar 1.5 segundos
Esperar tareas:dataFetch + minSplash
Navegación a WelcomeScreen
Carga exitosa
Error de red
Navegación al HomeScreen
NoInternetScreen

Diagrama de Flujo: Gestión de Citas

Este diagrama describe el proceso completo de cómo un usuario solicita una cita médica. El flujo ilustra las operaciones de validación, la interacción con la base de datos de Firestore y el manejo de los resultados.

https://drive.google.com/file/d/1PuZAUc27Rt6m7g-u4vUsSbFCal76w81x/view?usp=sharing

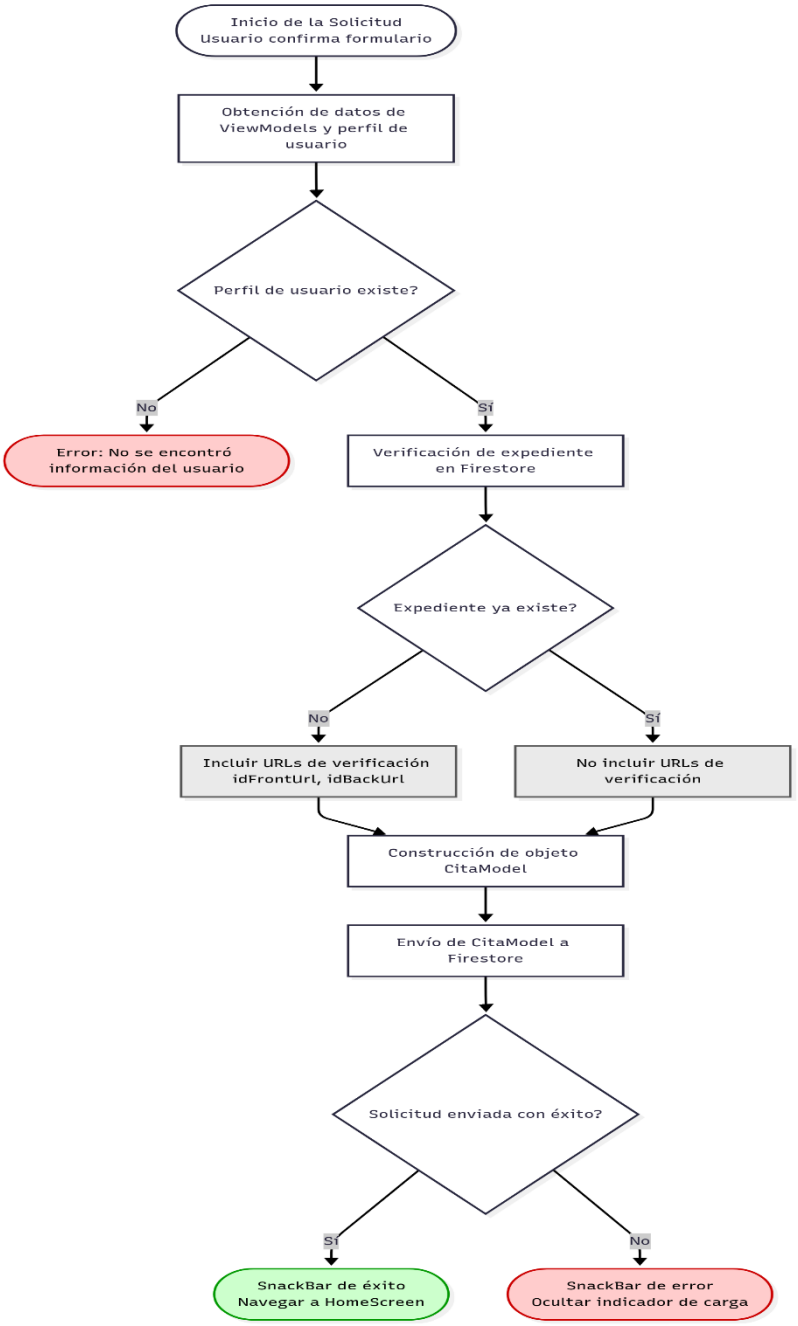


Diagrama de Flujo: Proceso de Recordatorios de Citas

Este diagrama describe la lógica de la función en la nube (enviarRecordatorios). El proceso es automático y se ejecuta en el servidor, sin necesidad de que la aplicación del usuario esté abierta. Es un ejemplo de cómo la lógica de backend soporta las funcionalidades de la aplicación.

https://drive.google.com/file/d/1pvXZrWLoDeF6kbp3q4B27cnNjzgsT9E_/view?usp=sharing

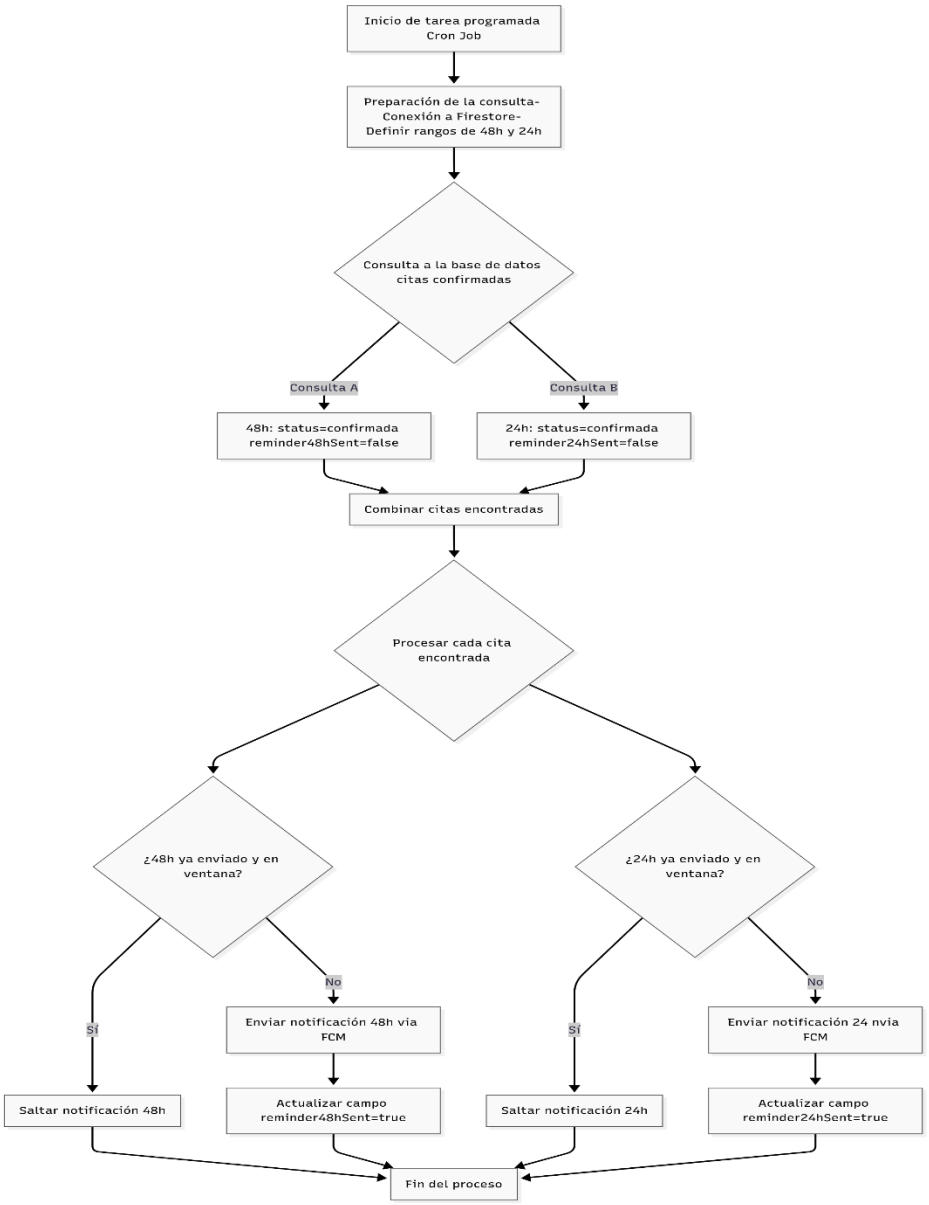
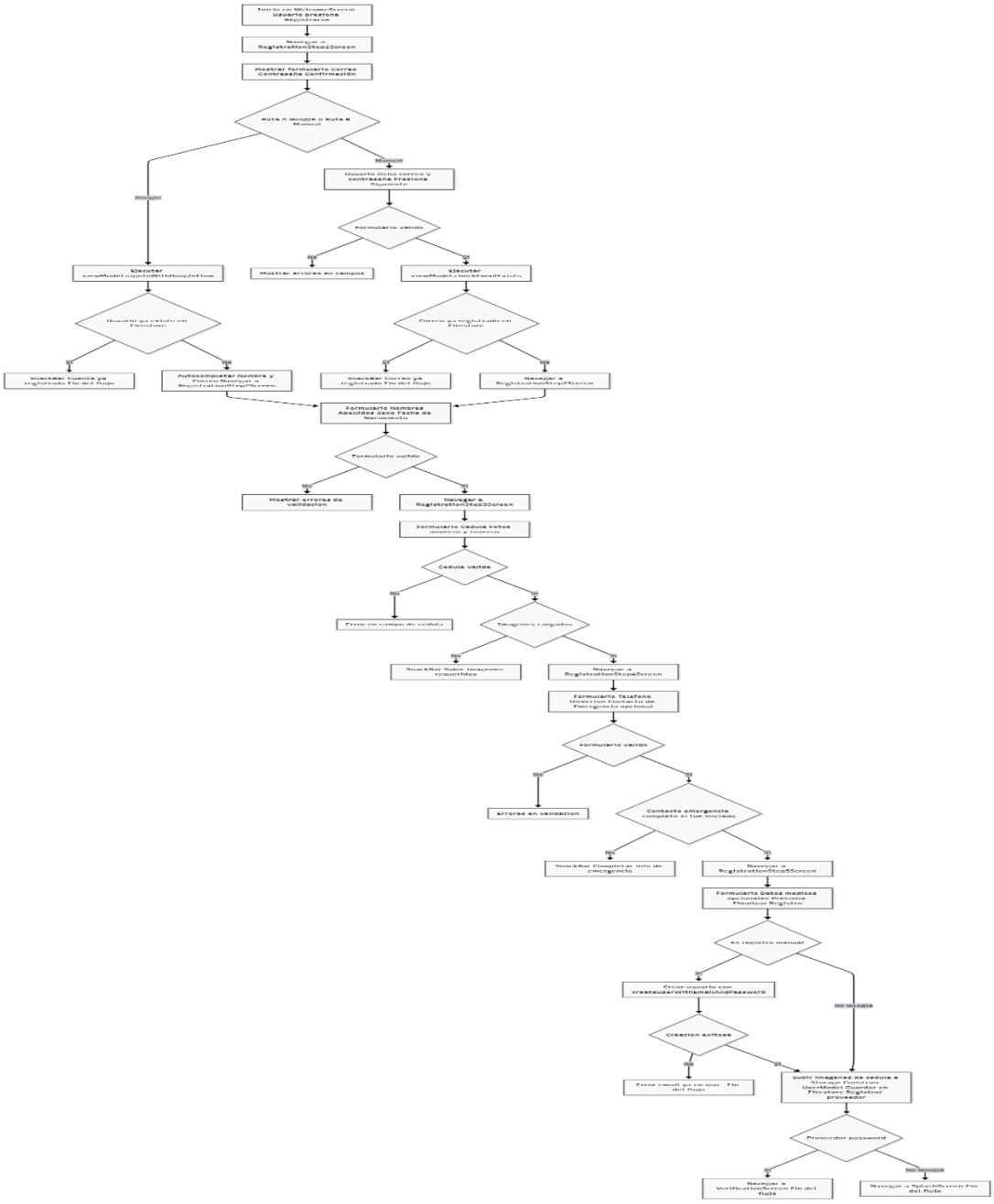


Diagrama de Flujo: Proceso de Registro de Usuario (5 Pasos)

Este diagrama describe el recorrido completo del usuario, desde que elige registrarse hasta que finaliza el proceso

https://drive.google.com/file/d/1QBG0uYUPWQ42AG14g6JwAJpPZmLB84VL/view?usp=sharing



8. Definición del modulo.

1. Módulo de Autenticación

Permite gestionar el acceso seguro del paciente a la aplicación mediante Firebase Authentication.

Funcionalidades:

- Registro de usuario con los siguientes datos:
  - Nombre completo
  - Correo electrónico
  - Contraseña

- Inicio de sesión mediante correo y contraseña.
- Validación de credenciales.
- Cierre de sesión.
- Recuperación de contraseña.

Este módulo garantiza la seguridad y control de acceso al sistema.

2. Módulo de Gestión de Citas

Constituye el núcleo operativo de la aplicación móvil, ya que permite al paciente programar y administrar sus citas médicas.

Funcionalidades:

- Crear cita registrando los siguientes datos:
  - Especialidad médica
  - Médico (según disponibilidad)

- Fecha
- Hora

• Validar disponibilidad antes de confirmar.
• Visualizar listado de citas activas.
• Reprogramar cita (modificar fecha u hora).
• Cancelar cita.
• Consultar estado de la cita (Pendiente, Confirmada, Cancelada, Atendida).

Este módulo permite optimizar la organización de la atención médica.

3. Módulo de Historial Clínico

Permite al paciente visualizar información médica previamente registrada por el profesional de salud.

Funcionalidades:

• Consultar diagnósticos previos.
• Visualizar tratamientos indicados.
• Consultar recetas médicas digitales.
• Revisar notas de seguimiento.

Este módulo facilita la continuidad y trazabilidad del tratamiento médico.

4. Módulo de Notificaciones

Administra los recordatorios automáticos relacionados con las citas médicas.

Funcionalidades:

• Programar notificaciones 24 horas antes de la cita.

- Programar notificaciones 48 horas antes.
- Mostrar alertas dentro de la aplicación.
- Notificar cambios en el estado de la cita.

Este módulo reduce inasistencias y mejora la comunicación con el paciente.

5. Módulo de Perfil de Usuario

Permite la gestión de la información personal del paciente.

Funcionalidades:

- Visualizar datos personales.
- Editar información (teléfono, dirección, correo).
- Actualizar contraseña.
- Gestionar estado de la cuenta.

Web

1. Diseño del proyecto informático**.**

La versión web fue desarrollada para el personal hospitalario (médicos, asistentes y administrador).

Está construida con React en el frontend y Node.js con Express en el backend, utilizando Firebase como base de datos.

Su finalidad es centralizar la gestión clínica y administrativa del centro médico.

2. Definicion de requerimientos.

Los requerimientos funcionales incluyen gestión de usuarios, registro de historia clínica, emisión de recetas y administración de horarios médicos. Los requerimientos no funcionales contemplan seguridad mediante control de roles, disponibilidad en navegador web y rendimiento adecuado.

Requerimientos Funcionales

RF1: Crear y gestionar usuarios.

RF2: Agendar citas.

RF3: Gestionar horarios médicos.

RF4: Registrar historia clínica.

RF5: Emitir recetas digitales.

RF6: Visualizar agenda diaria.

Requerimientos No Funcionales

RNF1: Control de acceso por roles.

RNF2: Seguridad en autenticación.

RNF3: Interfaz responsiva.

RNF4: Disponibilidad en navegador web.

3. Metodologia de desarrollo

El desarrollo del sistema web se fundamenta en una arquitectura moderna cliente–servidor, orientada a la separación de responsabilidades y a la escalabilidad del sistema. La implementación contempla el desarrollo independiente del backend y frontend, integrados mediante servicios web REST.

a) Diseño de Arquitectura Cliente–Servidor

Se adoptó una arquitectura cliente–servidor, donde:

Cliente (Frontend React): Interfaz gráfica utilizada por administradores, médicos y personal autorizado.

Servidor (Backend API REST): Encargado de procesar la lógica de negocio, autenticación y comunicación con la base de datos.

Este enfoque permite:

Separación clara entre presentación y lógica de negocio.

Escalabilidad futura del sistema.

Mayor seguridad en el manejo de datos clínicos.

Posibilidad de integrar otros clientes (ej. app móvil).

b) Desarrollo del Backend – API REST

El backend fue desarrollado bajo el paradigma RESTful, permitiendo la comunicación mediante peticiones HTTP (GET, POST, PUT, DELETE).

Responsabilidades principales:

Autenticación y autorización de usuarios.

Gestión de citas médicas.

Administración de historiales clínicos.

Registro y emisión de recetas.

Control de horarios médicos.

Validación de datos antes de su almacenamiento.

La API actúa como intermediaria entre el frontend y los servicios de Firebase.

c) Desarrollo del Frontend – React

El frontend fue desarrollado utilizando React, lo que permite una interfaz dinámica, modular y eficiente.

Características principales:

- Componentes reutilizables.
- Navegación estructurada por módulos.
- Gestión de estado para manejo de datos.
- Interfaz amigable y adaptable.
- Comunicación directa con la API REST mediante solicitudes HTTP.

El diseño se orienta a facilitar el uso por parte del personal médico y administrativo.

d) Integración con Firebase Admin SDK

Para la gestión de usuarios y datos se integró Firebase mediante el uso del Firebase Admin SDK.

Servicios utilizados:

- Autenticación segura.
- Base de datos (Firestore).
- Control de acceso basado en roles.
- Validación de tokens de sesión.

Esta integración permite:

- Seguridad robusta.

- Gestión centralizada de usuarios.
- Protección de datos clínicos.
- Escalabilidad en la infraestructura.

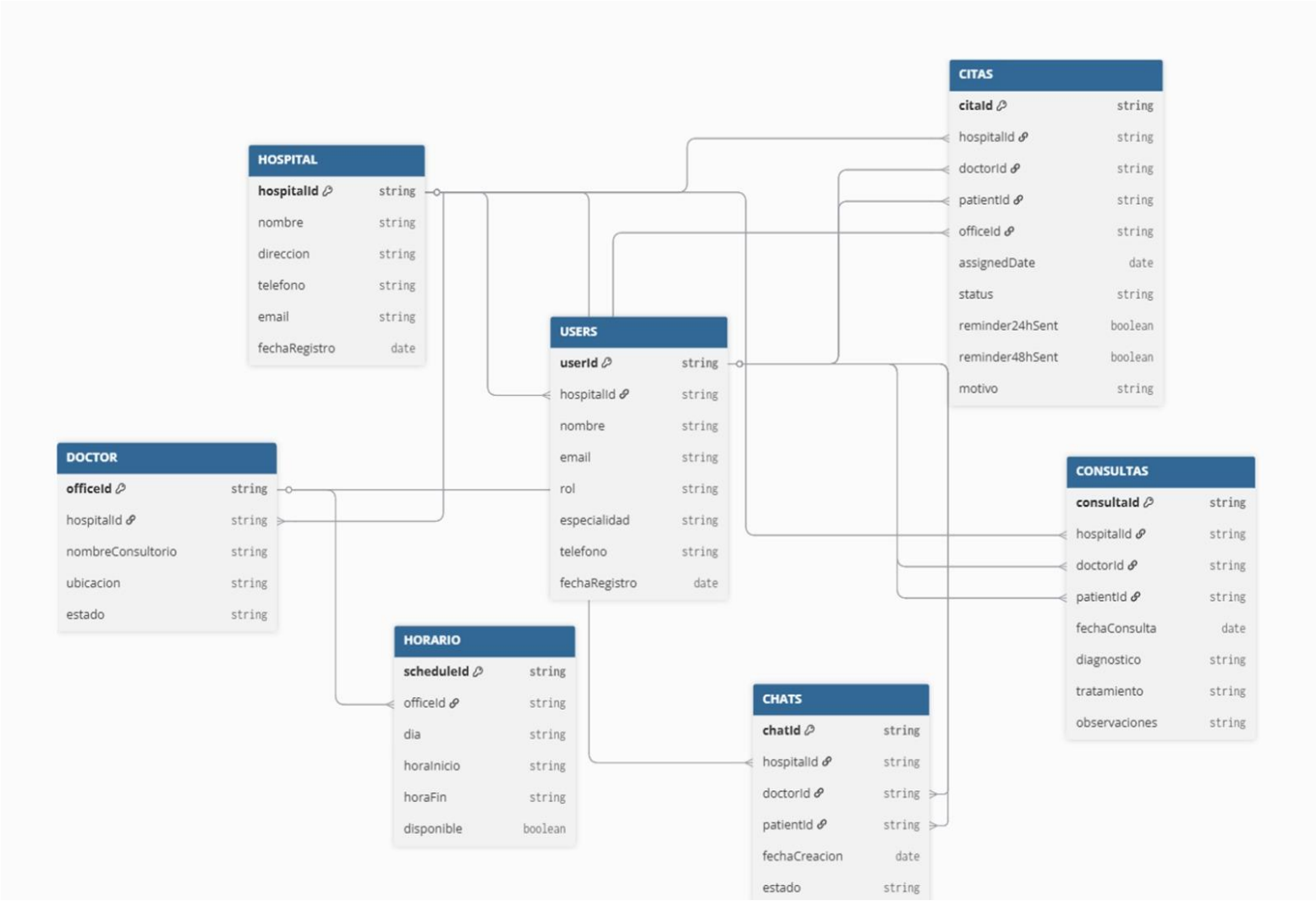
e) Pruebas Funcionales

Se realizaron pruebas funcionales con el objetivo de verificar:

- Registro e inicio de sesión correcto.
- Creación y modificación de citas.
- Registro de historia clínica.
- Generación de recetas.
- Gestión adecuada de horarios médicos.
- Validación de permisos por rol.

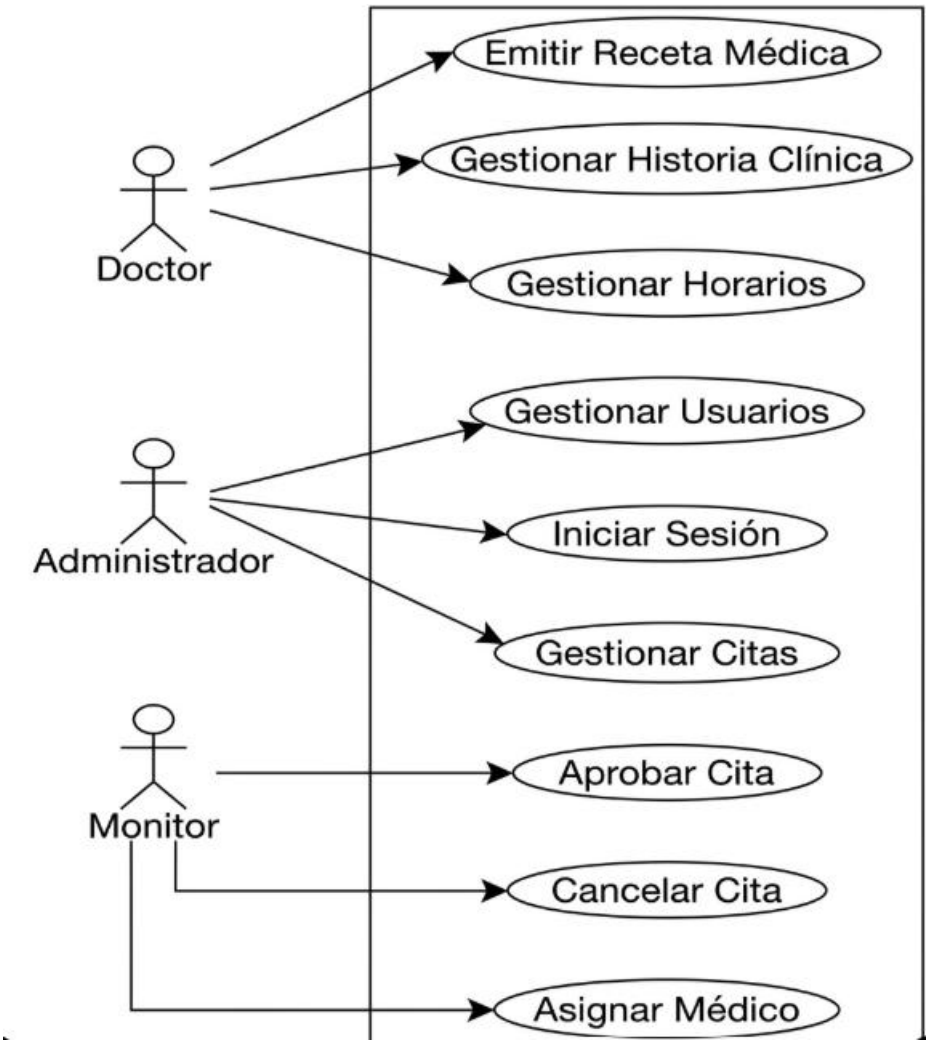
Estas pruebas permitieron identificar errores, optimizar procesos y asegurar el correcto funcionamiento del sistema antes de su implementación final.

4. Diagrama entidad relación



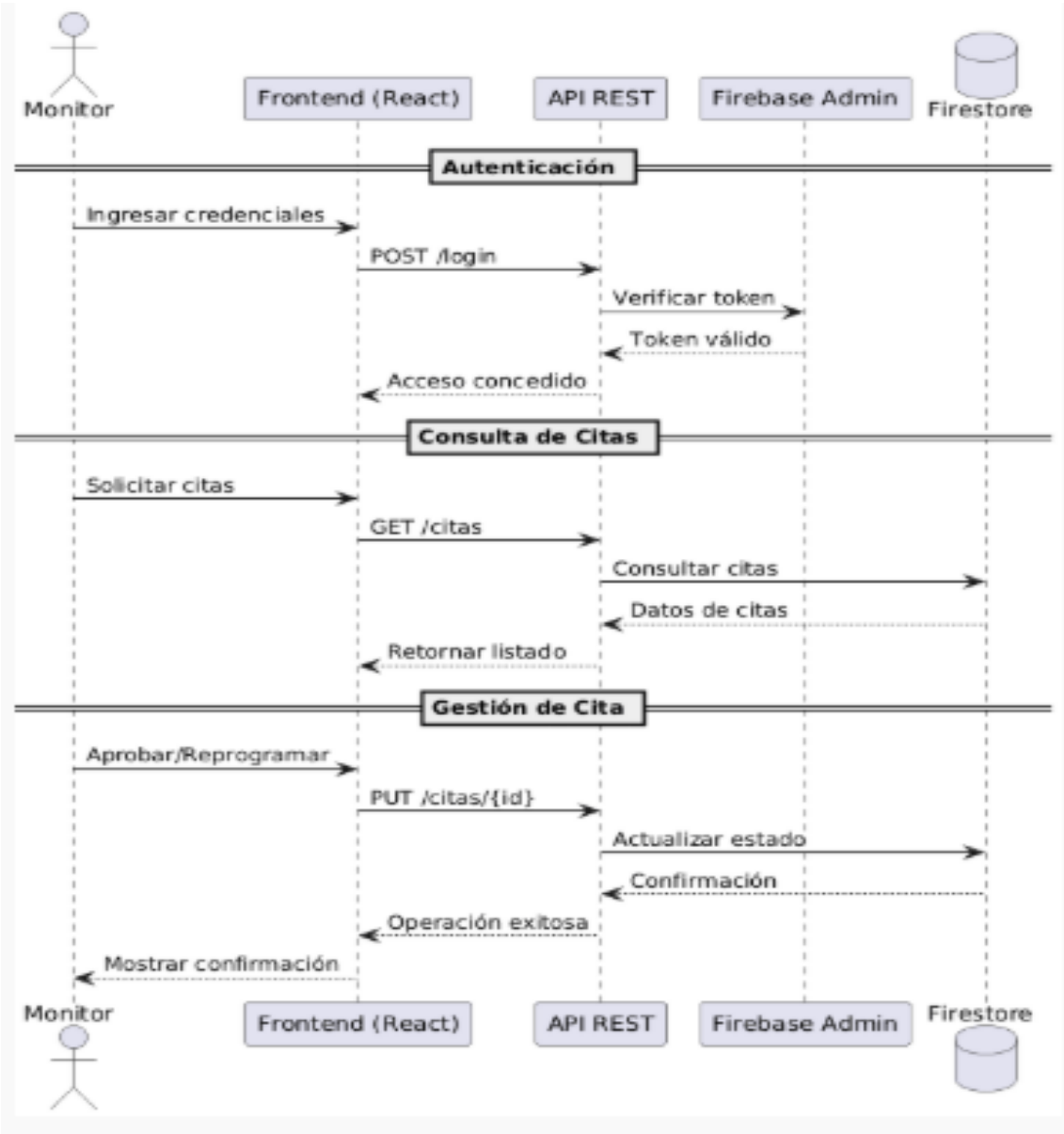
El modelo de datos contempla entidades como Paciente, Cita e Historial Clínico. Un paciente puede tener múltiples citas y un historial asociado. Las relaciones permiten organizar la información médica de forma estructurada dentro de Firestore.

5. Casos de uso

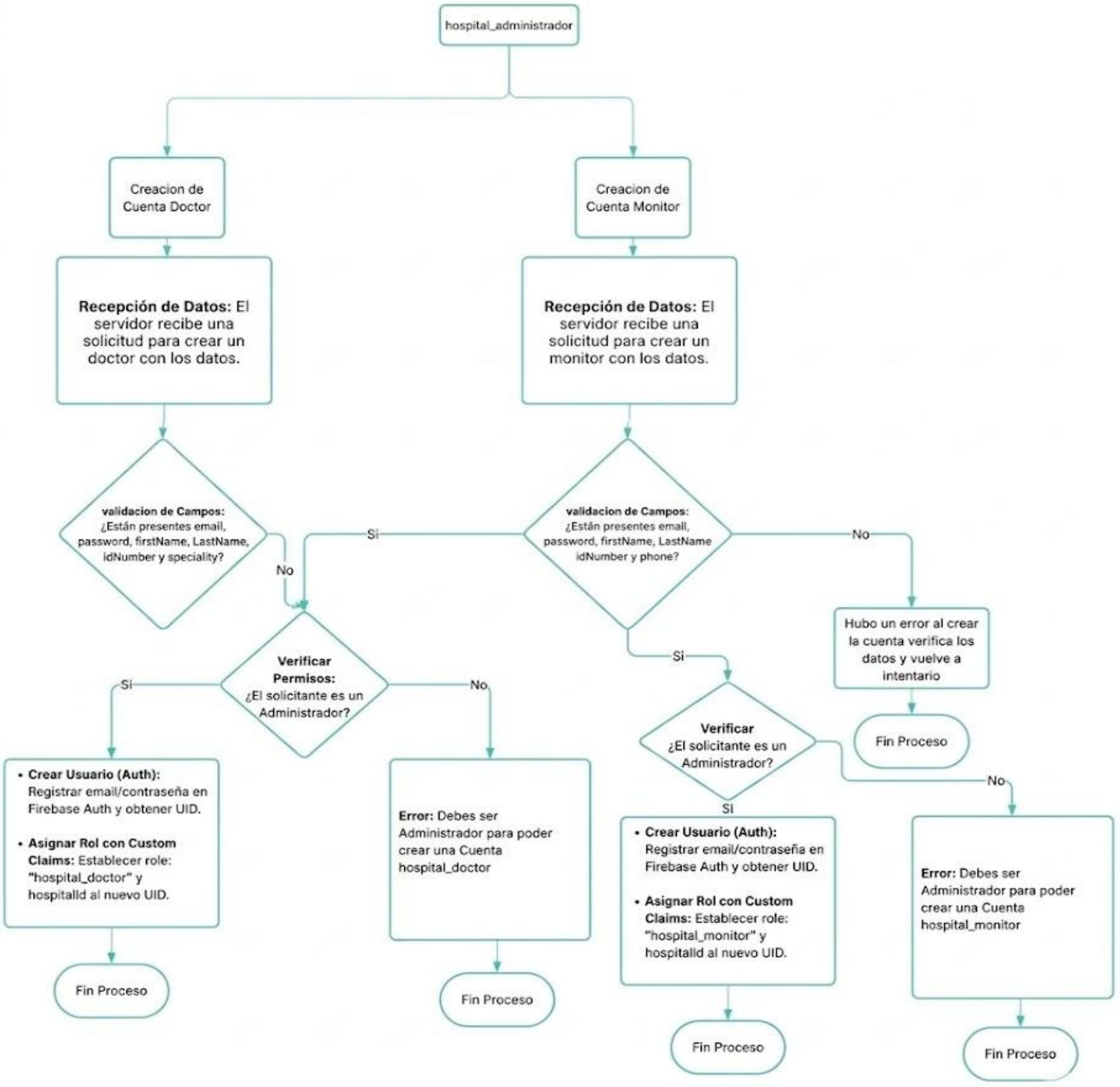


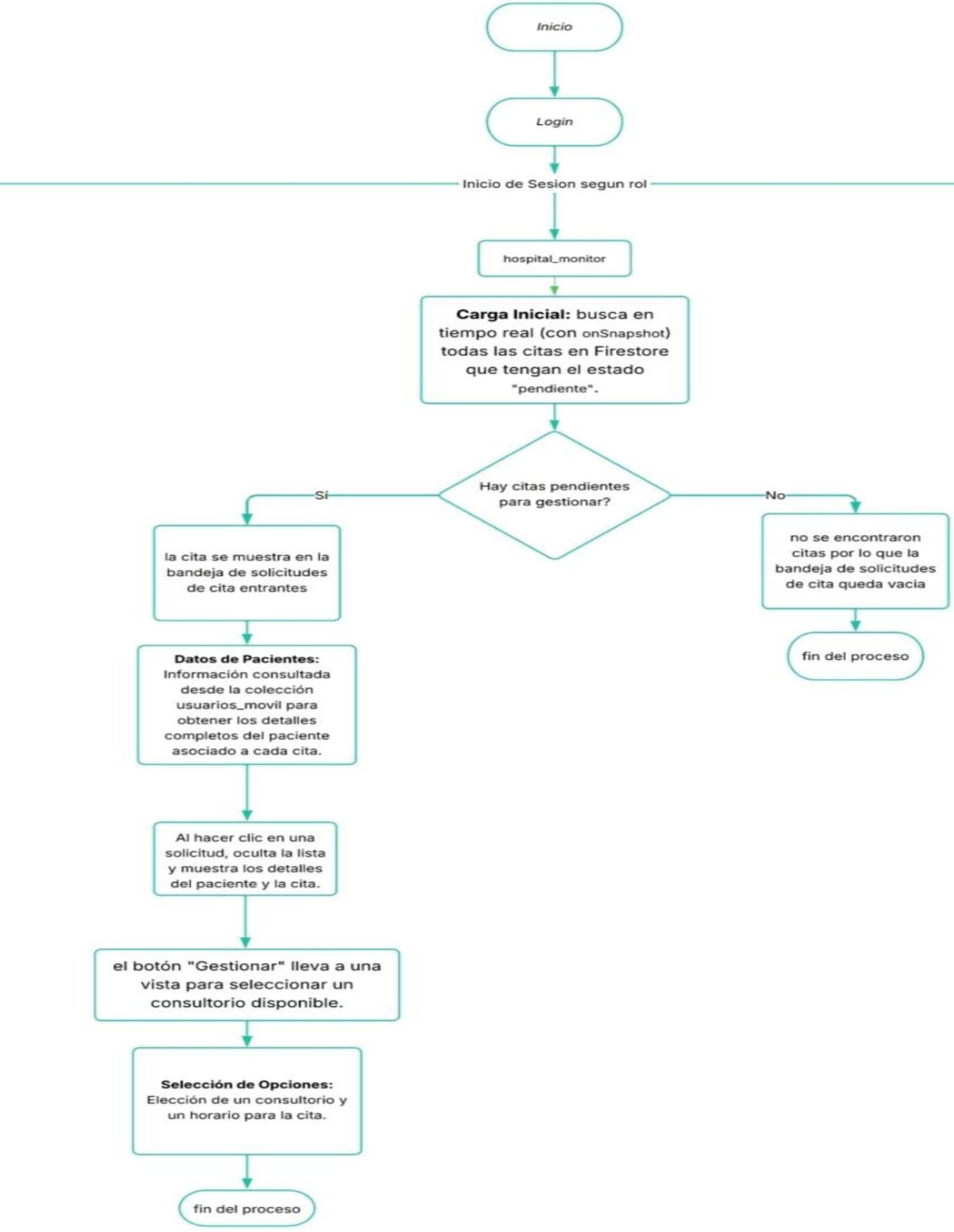
6. Diagrama de secuencias

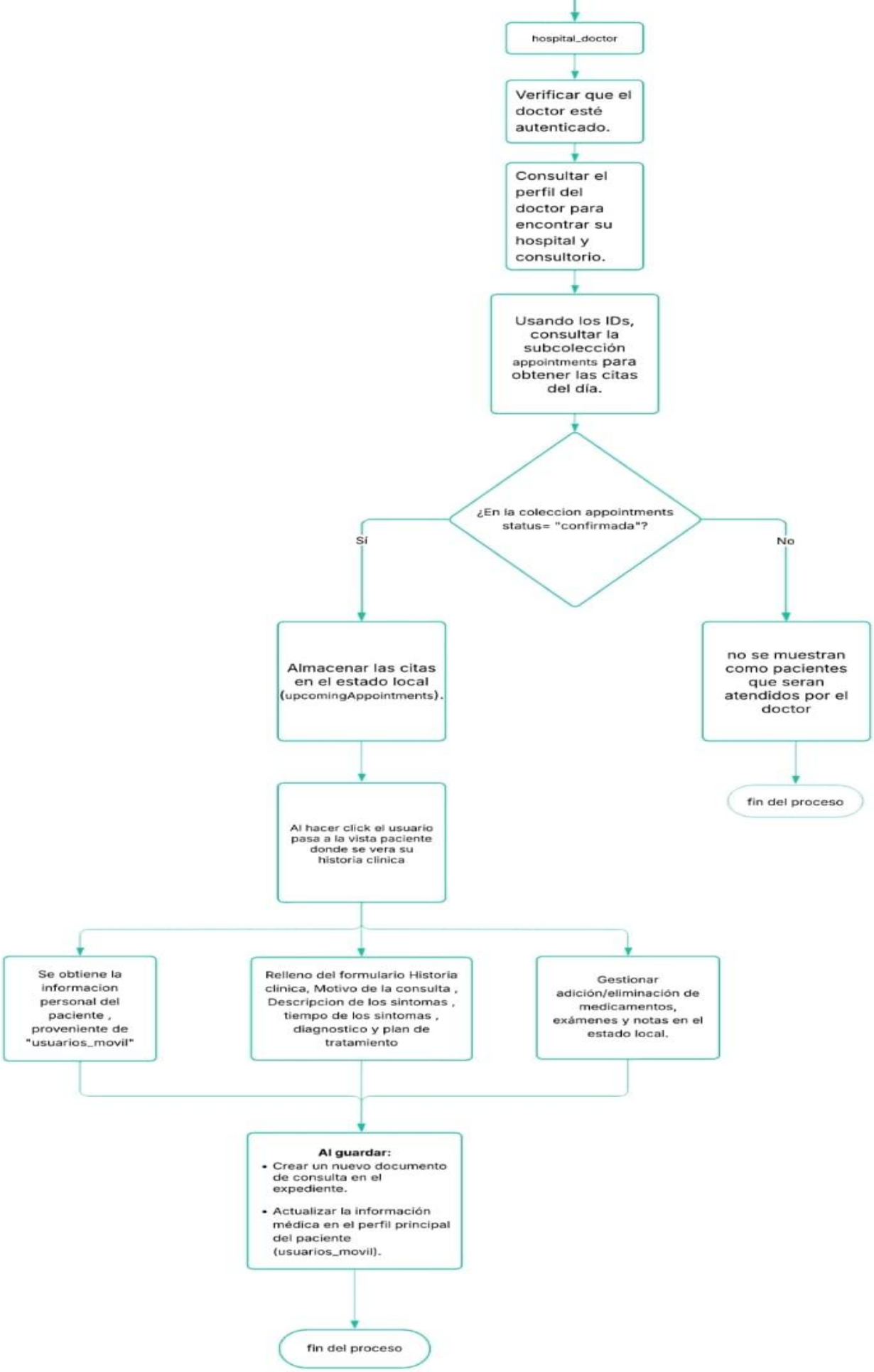
El diagrama de secuencia muestra la interacción entre el Monitor, el frontend desarrollado en React, la API REST y la base de datos Firestore. El proceso inicia con la autenticación validada mediante Firebase Admin SDK, seguido de la consulta y actualización del estado de la cita, garantizando la integridad y seguridad del proceso.



7. Diagrama de actividades




Inicio
Login
Inicio de Sesion segun rol
hospital_monitor
Carga Inicial: busca en tiempo real (con onSnapshot) todas las citas en Firestore que tengan el estado "pendiente".
Hay citas pendientes para gestionar?
Sí
No
la cita se muestra en la bandeja de solicitudes de cita entrantes
Datos de Pacientes: Información consultada desde la colección usuarios_movil para obtener los detalles completos del paciente asociado a cada cita.
Al hacer clic en una solicitud, oculta la lista y muestra los detalles del paciente y la cita.
el botón "Gestionar" lleva a una vista para seleccionar un consultorio disponible.
Selección de Opciones: Elección de un consultorio y un horario para la cita.
fin del proceso
no se encontraron citas por lo que la bandeja de solicitudes de cita queda vacia
fin del proceso


hospital_doctor
Verificar que el doctor esté autenticado.
Consultar el perfil del doctor para encontrar su hospital y consultorio.
Usando los IDs, consultar la subcolección appointments para obtener las citas del día.
¿En la coleccion appointments status= "confirmada"?
Sí
No
Almacenar las citas en el estado local (upcomingAppointments).
no se muestran como pacientes que seran atendidos por el doctor
fin del proceso
Al hacer click el usuario pasa a la vista paciente donde se vera su historia clinica
Se obtiene la informacion personal del paciente , proveniente de "usuarios_movil"
Relleno del formulario Historia clinica, Motivo de la consulta , Descripcion de los sintomas , tiempo de los sintomas , diagnostico y plan de tratamiento
Gestionar adición/eliminación de medicamentos, exámenes y notas en el estado local.
Al guardar:
• Crear un nuevo documento de consulta en el expediente.
• Actualizar la información médica en el perfil principal del paciente (usuarios_movil).
fin del proceso

8. Definición de modulos

1. Módulo de Administración

Permite la gestión general del sistema y control de usuarios.

Funcionalidades:

- Crear usuarios (Administrador, Médico, Asistente).
- Asignar roles y permisos.
- Visualizar listado de usuarios registrados.
- Gestionar configuración general del sistema.

Este módulo garantiza el control y la seguridad del sistema.

2. Módulo de Gestión de Citas

Administra el ciclo completo de las citas médicas.

Funcionalidades:

- Visualizar citas programadas.
- Aprobar o cancelar citas.
- Reprogramar fecha y hora.
- Asignar médico correspondiente.
- Cambiar estado (Pendiente, Confirmada, Finalizada, Cancelada).

Este módulo conecta directamente con el sistema móvil, ya que las citas creadas desde la app son gestionadas aquí.

3. Módulo de Historia Clínica

Permite registrar y consultar información médica del paciente.

Funcionalidades:

- Registrar diagnósticos.
- Añadir observaciones médicas.
- Consultar historial previo.
- Adjuntar documentos clínicos.
- Actualizar información médica.

Este módulo es fundamental para la continuidad del tratamiento del paciente.

4. Módulo de Recetas

Permite la emisión digital de recetas médicas.

Funcionalidades:

- Crear receta médica.
- Asociar receta a paciente.
- Registrar medicamentos y dosis.
- Guardar historial de recetas emitidas.
- Visualizar recetas anteriores.

Facilita el control farmacológico y el seguimiento médico.

5. Módulo de Gestión de Horarios

Administra la disponibilidad de los médicos.

Funcionalidades:

- Registrar horarios laborales.
- Bloquear fechas específicas.
- Modificar disponibilidad.
- Visualizar calendario médico.
- Controlar cupos disponibles por día.

Este módulo evita conflictos en la programación de citas

9. Cronograma de actividades

Cronograma para el desarrollo de la asignatura Monografía IIIC 2025															
Semana N°	Actividades Principales	nov			dic			enero				febrero				mar
		16	23	30	7	14	21	4	11	18	25	1	8	15	22	1
1	Antecedentes y contexto del problema Objetivos (General y específicos) Preguntas de investigación															
2	Justificación Limitaciones															
3	Variables Categorías, temas y patrones emergentes de la investigación Supuestos básicos Técnicas de redacción científica APA															
4	Estado del arte Perspectiva teórica asumida Contexto de la investigación															
5	**DISEÑO METODOLÓGICO** Enfoque Cuantitativo, cualitativo y mixto Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Confiabilidad y validez de los instrumentos Diseño de póster															
6	Procesamiento de datos y análisis de información. Métodos y técnicas para el procesamiento de datos y análisis de información. Criterios de calidad: Credibilidad, confiabilidad, transferibilidad y triangulación															
7	Validación y aplicación de instrumentos															
8	Diseño de Proyecto de Investigacion (Presentación de Poster)															
9	Manejo de Excel Uso del SPSS y su relación con tablas y grafico de análisis para la comprensión de los resultados de investigación															
10	Discusión de resultados e Informe															
11	EJERCICIO DE PRESENTACION DEL INFORME FINAL ARGUMENTATIVO															
12	Atención Especial															
13	DEFENSA															

Fuente: Universidad Central de Nicaragua

10. Factibilidad económica.

Tipo de recurso	Descripción	Cantidad	Costo unitario (C$)	Costo total (C$)
Recursos humanos	Estudiante investigador (desarrollo, análisis, pruebas y capacitación)	1	0.00	0.00
Recursos tecnológicos	Equipo de cómputo personal	1	0.00	0.00
	Conexión a internet	3 meses	500.00	1,500.00
	Software de desarrollo (herramientas libres/licencias académicas)	—	0.00	0.00
	Hosting / entorno de pruebas del sistema	1	2,000.00	2,000.00
Recursos materiales	Papelería e impresión de documentos	1	800.00	800.00
Recursos financieros	Transporte para visitas a la clínica	1	1,200.00	1,200.00
	Imprevistos	1	500.00	500.00
Total general estimado				**6,000.00**

Fuente: auditoria propia

11. Manual de usuario

El presente manual de usuario tiene como propósito orientar a los usuarios en el uso adecuado del sistema multiplataforma desarrollado para la gestión de citas médicas en la Clínica Sierra Maestra. Este documento describe las principales funcionalidades del sistema y los procedimientos necesarios para realizar las operaciones básicas dentro de la plataforma web y la aplicación móvil.

El manual está dirigido al personal administrativo, médicos y pacientes que interactúan con el sistema, permitiendo comprender de manera clara cómo utilizar cada uno de los módulos disponibles.

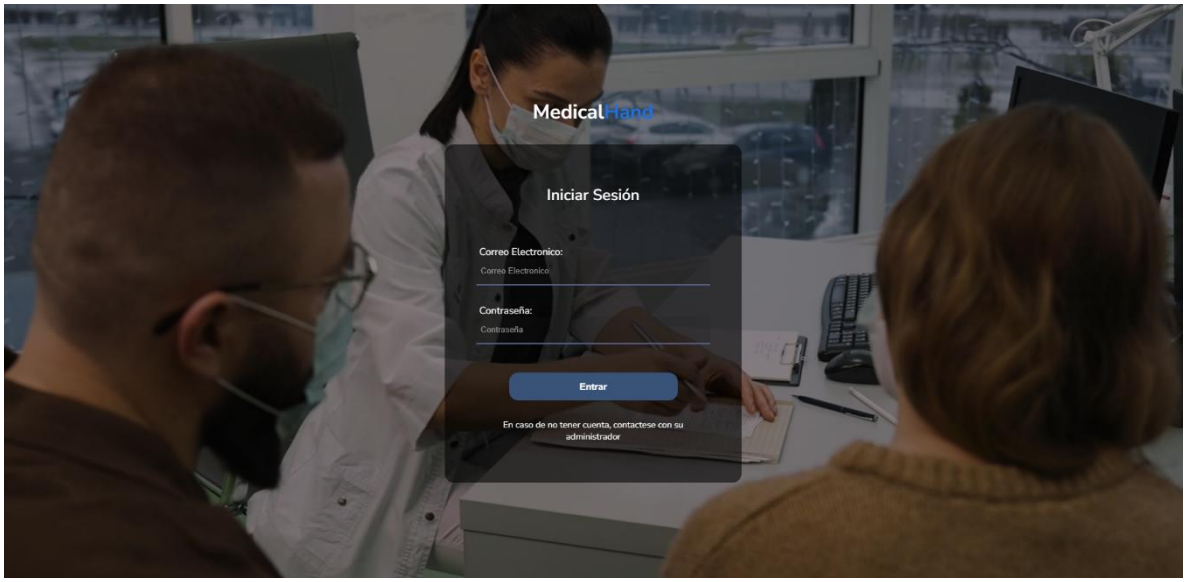
El sistema desarrollado se basa en una arquitectura de tipo **cliente-servidor**, la cual permite distribuir las funciones del sistema entre diferentes componentes que interactúan entre sí mediante servicios web.

En esta arquitectura, el **servidor** es el encargado de procesar las solicitudes enviadas por los usuarios, gestionar la lógica del sistema y almacenar la información en la base de datos. Por otro lado, los **clientes** corresponden a las interfaces desde las cuales los usuarios interactúan con el sistema, ya sea mediante la plataforma web o la aplicación móvil.

1. Acceso al Sistema

En esta pantalla los usuarios ingresan sus credenciales para acceder al sistema. Para iniciar sesión, el usuario debe introducir su correo electrónico y contraseña previamente registrados en el sistema. Posteriormente, debe presionar el botón **Iniciar sesión** para acceder al panel principal.

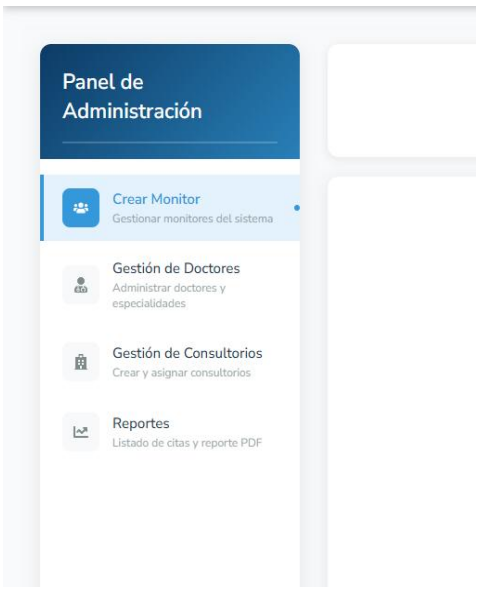
El sistema valida la información ingresada y, si los datos son correctos, redirige al usuario al módulo correspondiente según su rol dentro del sistema.

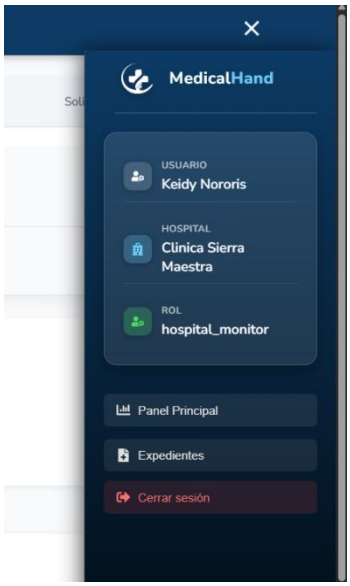


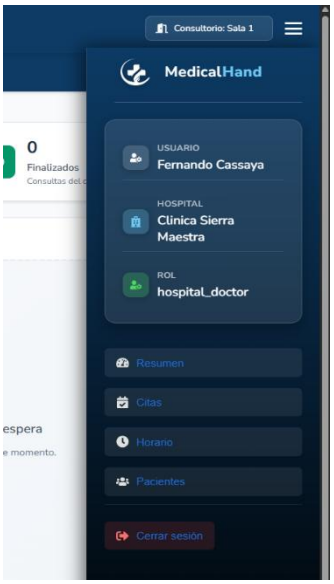
2. Panel Principal del Sistema Web

El panel principal permite al usuario visualizar las opciones disponibles dentro del sistema. Dependiendo del tipo de usuario, se habilitan diferentes módulos de gestión.

Desde este panel se puede acceder a funciones como la administración de usuarios, gestión de clínicas, control de horarios médicos y visualización de citas programadas.

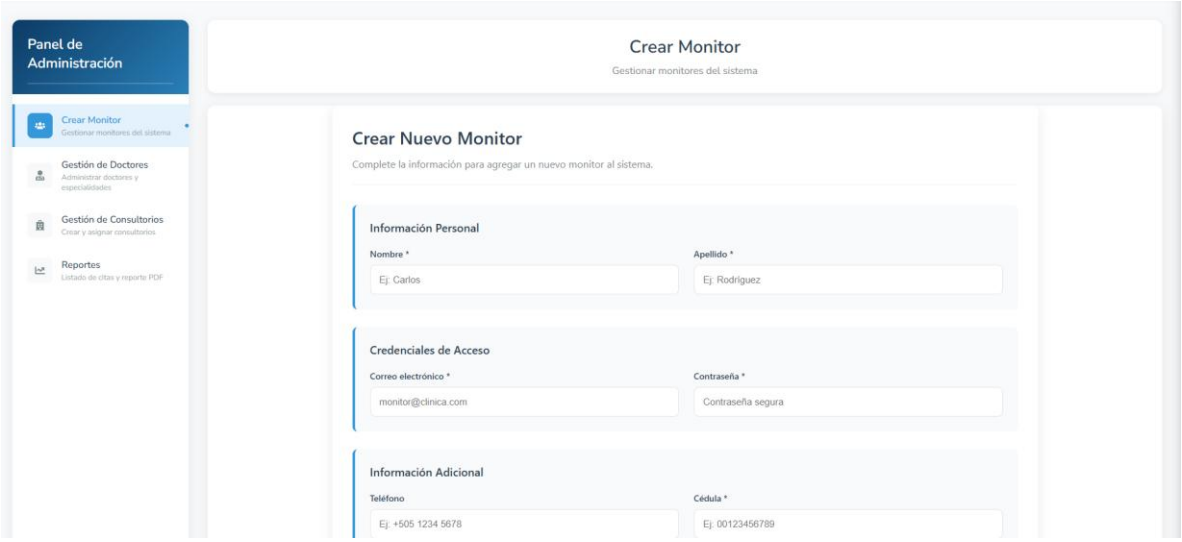

Panel de Administración
Crear Monitor
Gestionar monitores del sistema
Gestión de Doctores
Administrar doctores y especialidades
Gestión de Consultorios
Crear y asignar consultorios
Reportes
Listado de citas y reporte PDF


MedicalHand
USUARIO
Keidy Nororis
HOSPITAL
Clínica Sierra Maestra
ROL
hospital_monitor
Panel Principal
Expedientes
Cerrar sesión

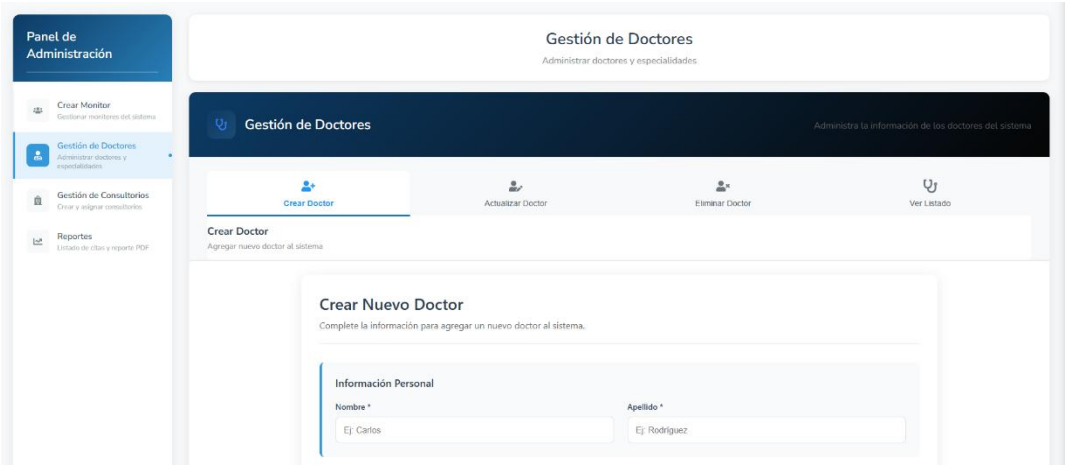

Consultorio: Sala 1
MedicalHand
0
Finalizados
USUARIO
Fernando Cassaya
HOSPITAL
Clínica Sierra Maestra
ROL
hospital_doctor
Resumen
Citas
Horario
Pacientes
Cerrar sesión

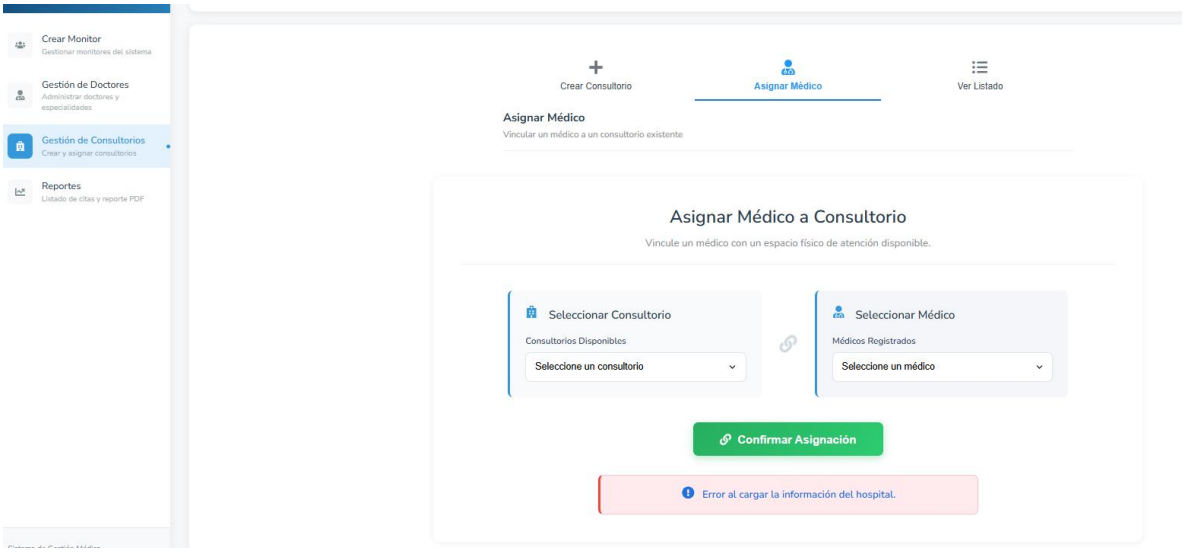
3. Administrador

Este módulo permite al administrador gestionar los usuarios del sistema. Desde esta sección se pueden registrar nuevos doctores, editar información existente o eliminar usuarios del sistema cuando sea necesario.
La gestión de usuarios facilita el control del personal médico y administrativo que tiene acceso a la plataforma.

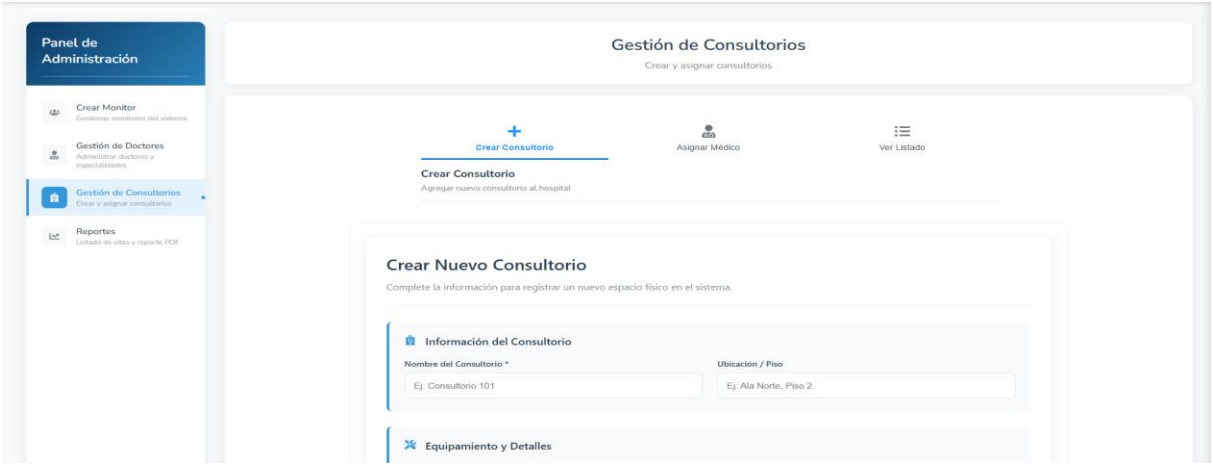


En este espacio a como vemos se ve la creación de un monitor que en este caso el monitor es el encargado de monitorear las citas del paciente y adaptarlas al horario puesto del doctor.



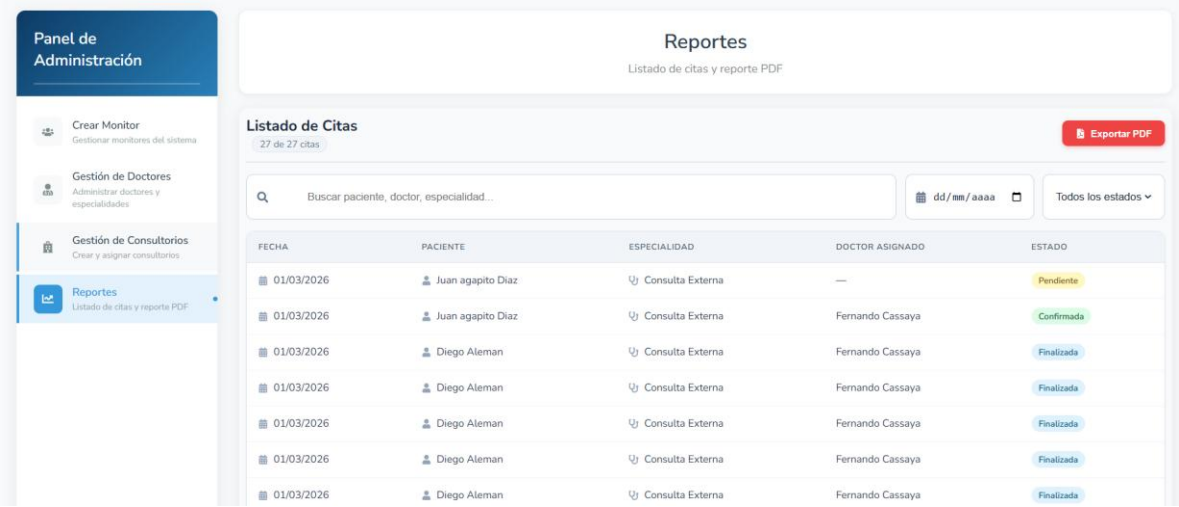


Gestión de doctore, donde se ha realizado un CRUD que en este caso vemos donde crea el doctor, actualiza sus datos, lo elimina y hace el listado de doctores presentes.



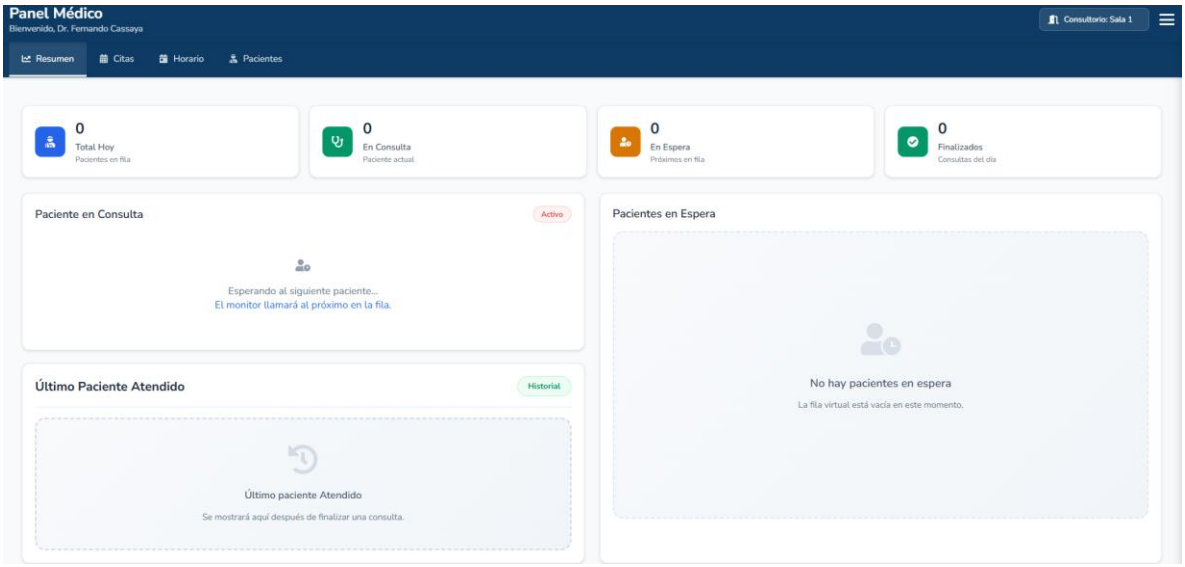
Aquí vemos lo que es gestión de consultorio, donde creamos consultorio, la habitación donde se recibe al paciente.

Aquí mismo en gestión de consultorios podemos ver el asignar médico que en este caso es asignar medico al consultorio ya existente o creado previamente.

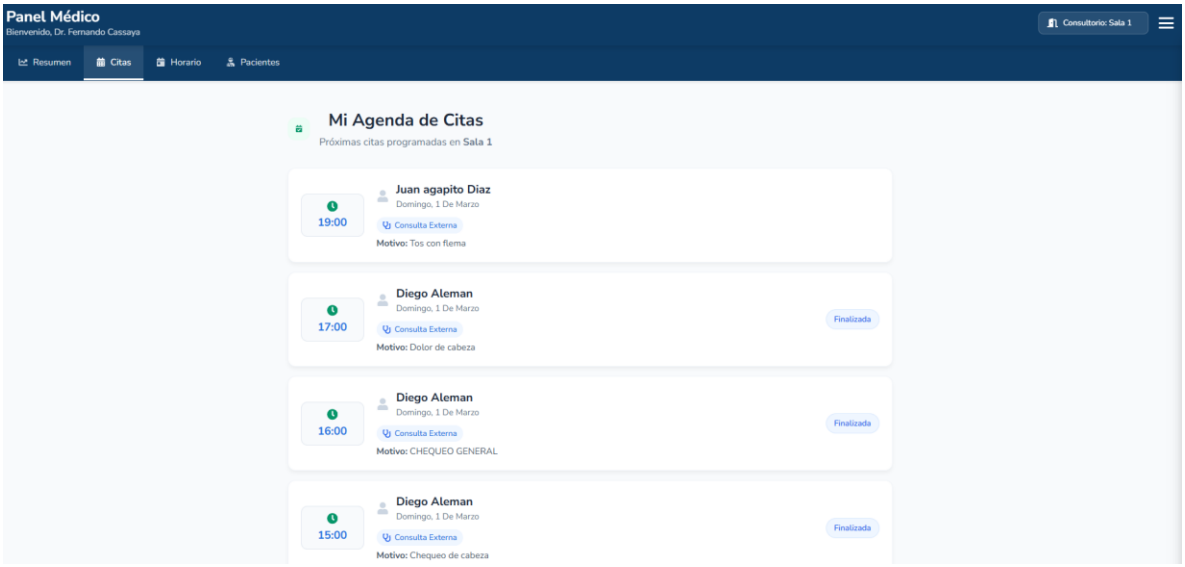


Tenemos los reportes donde registra cada cita medica que se ha hecho, fecha, hora y lo exporta en pdf.

4. Doctor



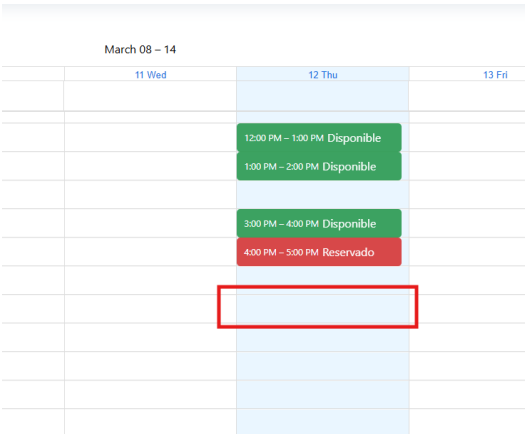
El rol del doctor tiene un dashboard de entrada, lo cual le refleja datos importantes para el.

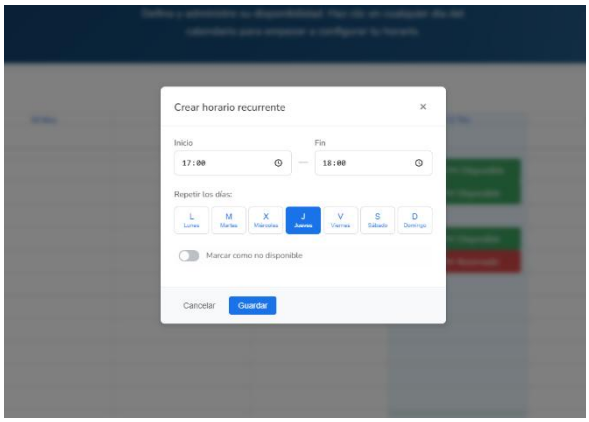


El apartado de sus citas medicas.

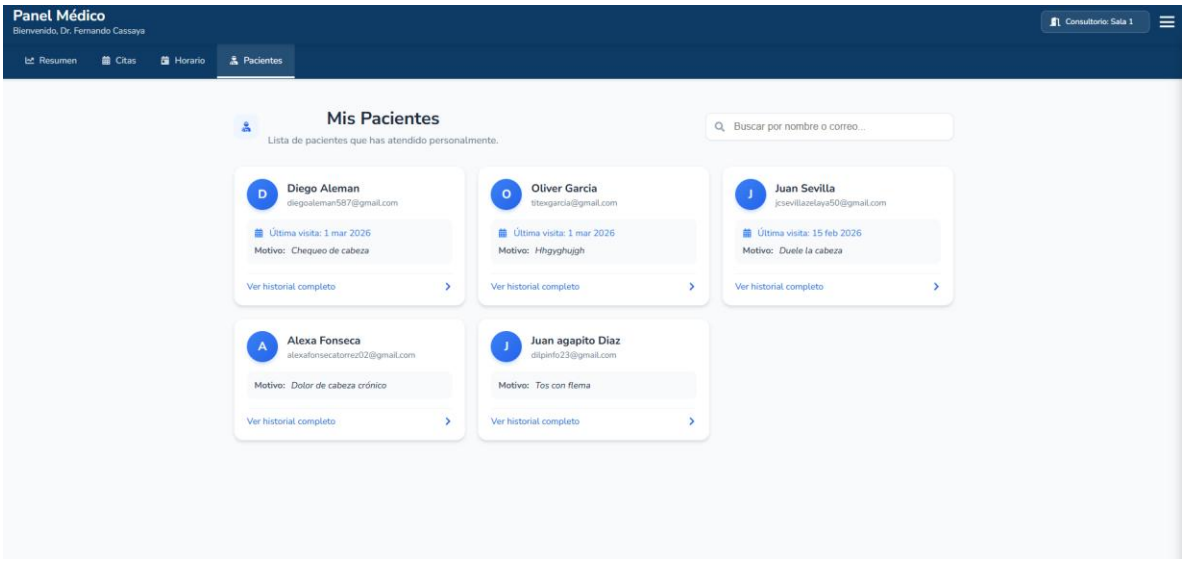


Aquí el Doctor maneja su horario ya que asi lo pidió la clínica, este apartado funciona para que el monitor gestione las citas de los pacientes y los pueda acomodar dentro del tiempo establecido por el doctor.





Aquí vemos donde el doctor selecciona un campo vacío dentro del día y selecciona las horas que estará disponible.



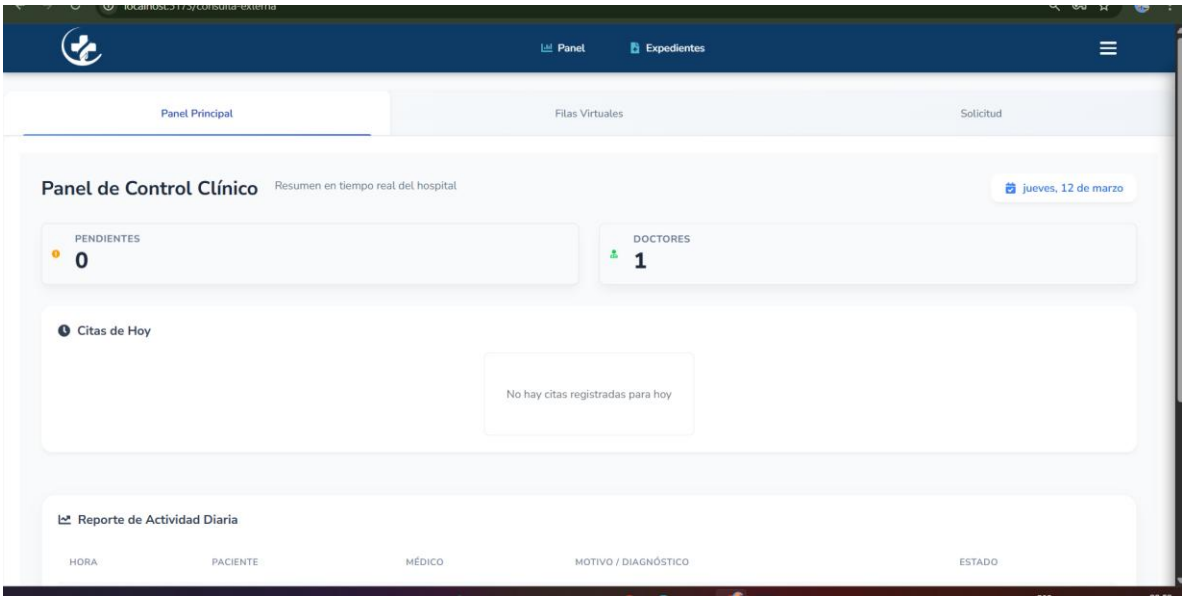
Campo donde el doctor puede ver sus pacientes atendidos.

5. Monitor.

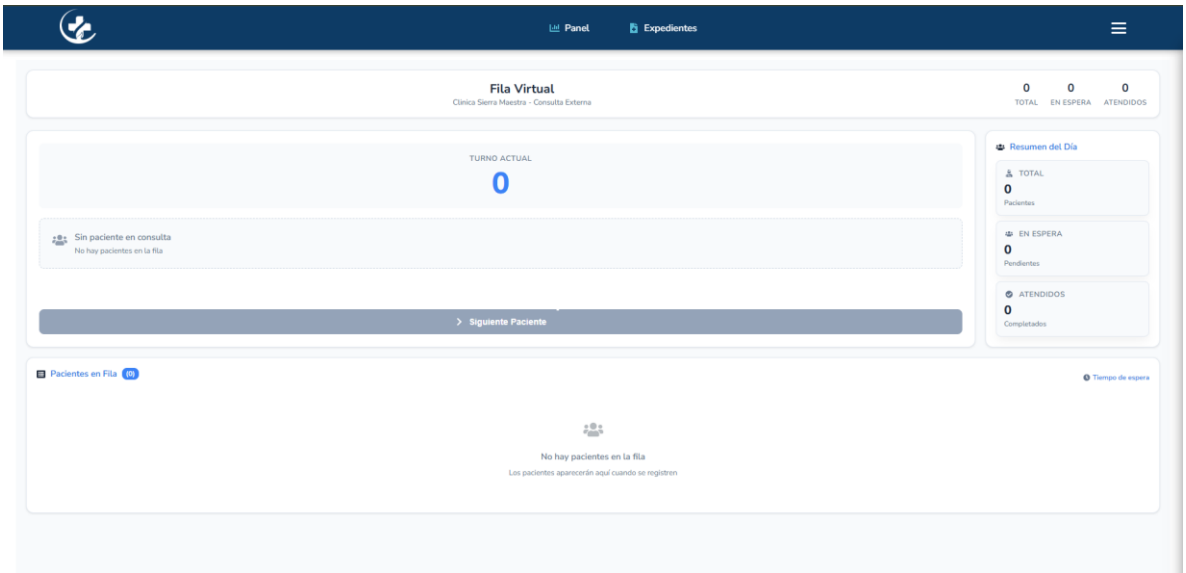
El monitor tiene la función de organizar los horarios de atención de los doctores. Sus tareas principales incluyen:

- Registrar horarios de atención médica.
- Visualizar las citas programadas.
- Consultar el historial de citas de los pacientes.

- Supervisar la disponibilidad de horarios.

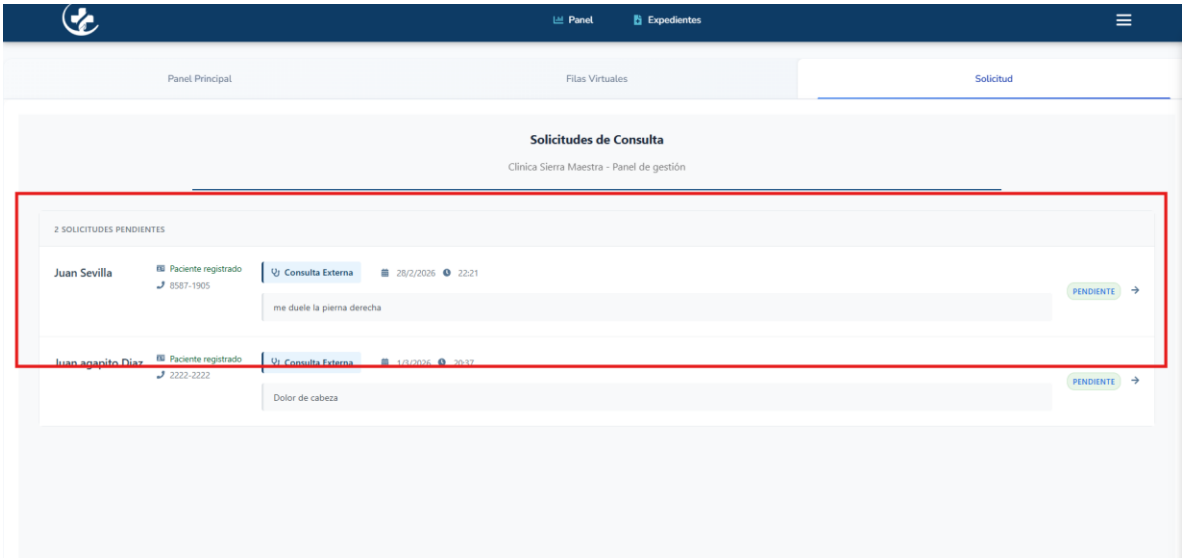


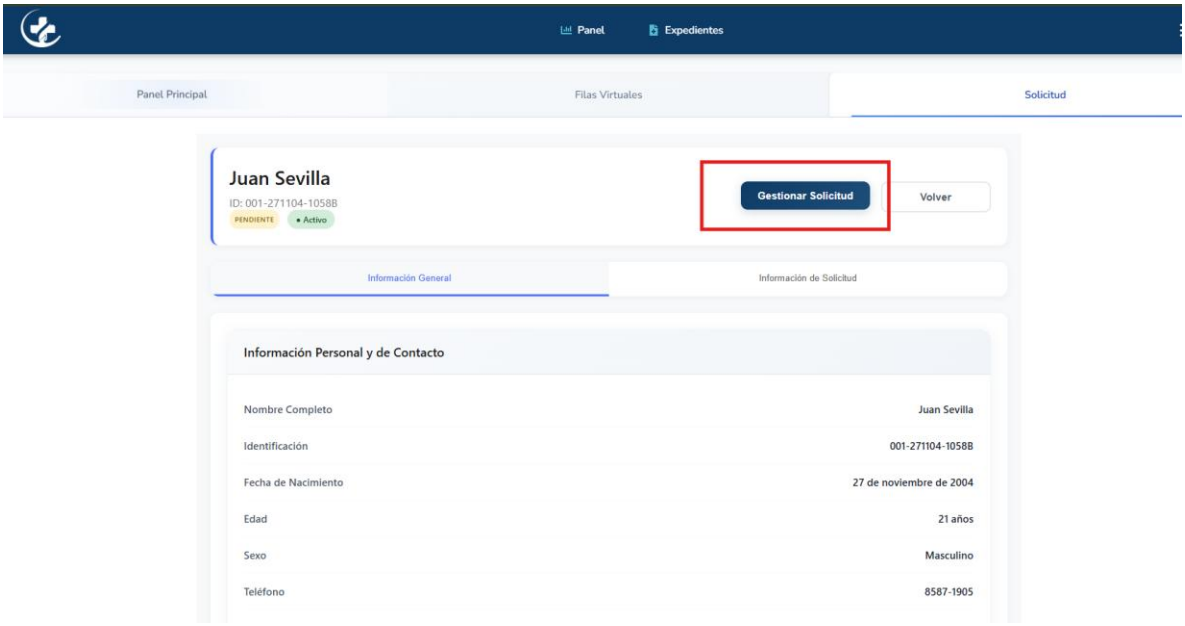
En monitor, podemos ver un dashboard donde lleva control clínica, citas pendientes, doctores disponible.

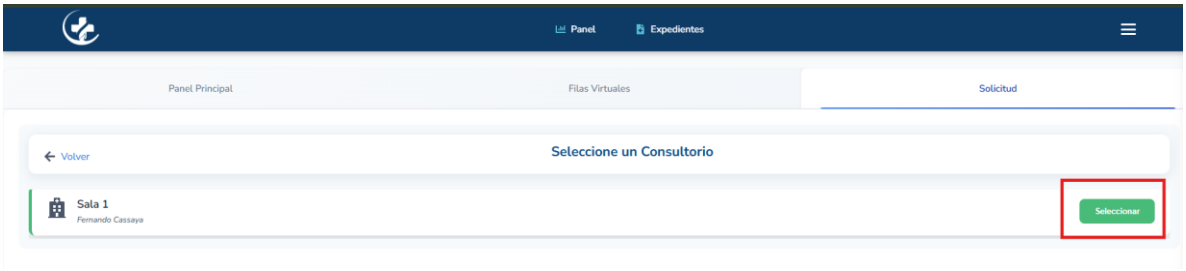


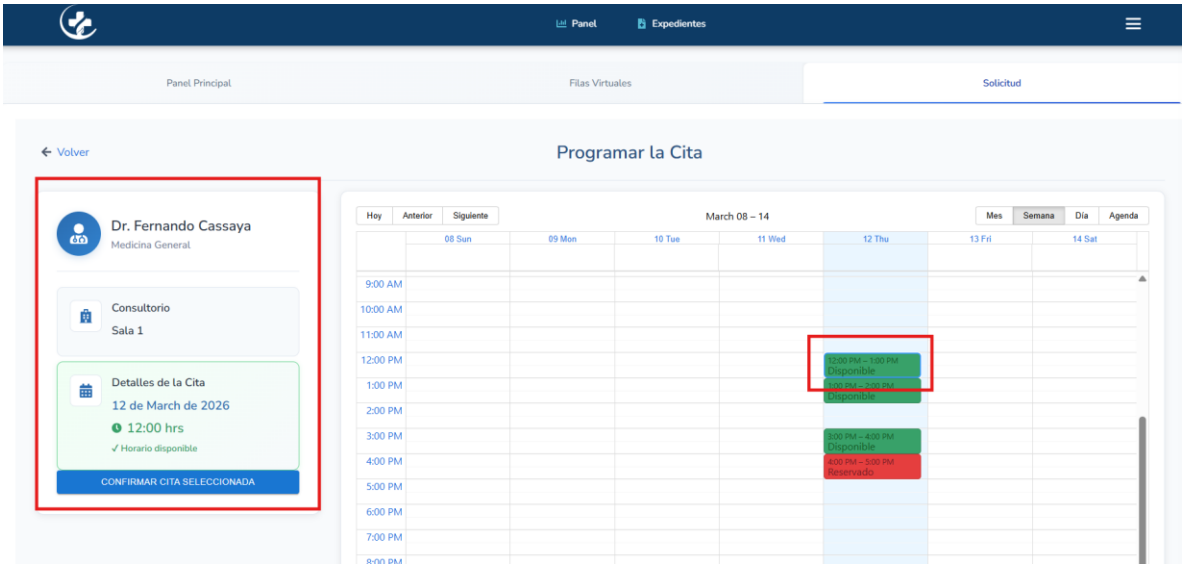
Tenemos el apartado filas virtuales que es como se lleva el control de asistencia en la clínica, al estar presente en la clínica el paciente escanea un código QR, al hacer esto demuestra que esta presente en la clínica lo que

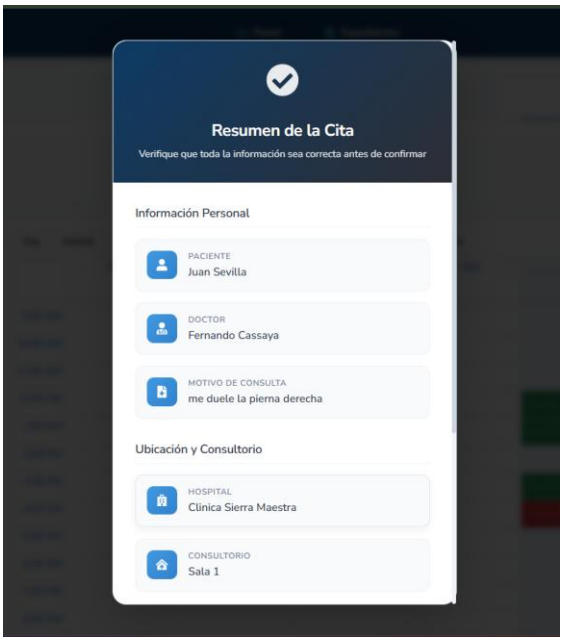
significa que puede ser añadido a la cola para que pase a consulta en su turno esperado.




Panel
Expedientes
Panel Principal
Filas Virtuales
Solicitud
Juan Sevilla
ID: 001-271104-1058B
PENDIENTE
Activo
Gestionar Solicitud
Volver
Información General
Información de Solicitud
Información Personal y de Contacto
Nombre Completo
Juan Sevilla
Identificación
001-271104-1058B
Fecha de Nacimiento
27 de noviembre de 2004
Edad
21 años
Sexo
Masculino
Teléfono
8587-1905


Panel
Expedientes
Panel Principal
Filas Virtuales
Solicitud
Volver
Seleccione un Consultorio
Sala 1
Fernando Cassaya
Seleccionar

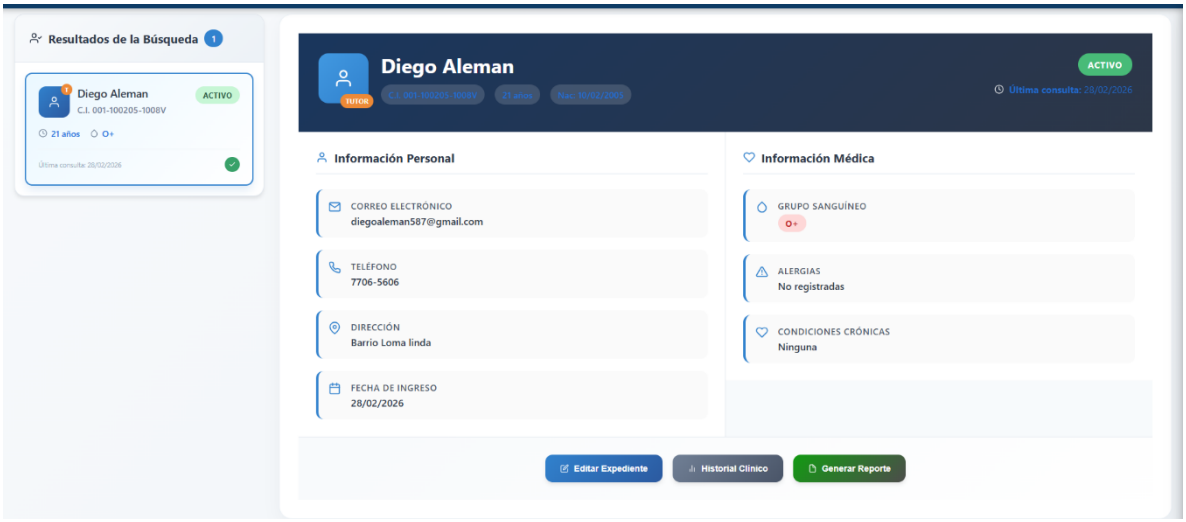




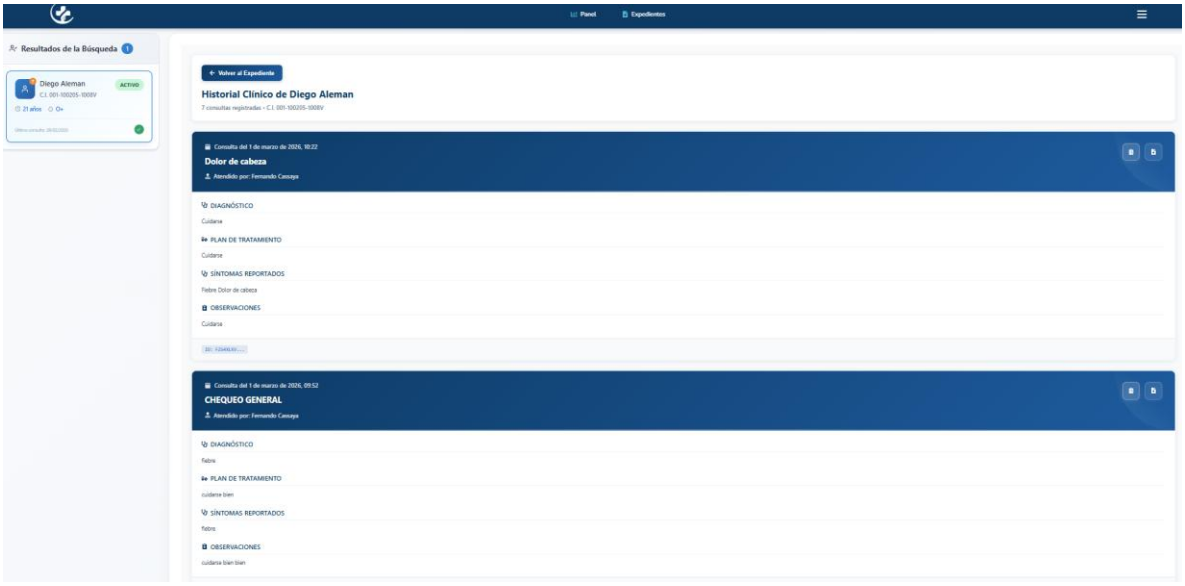
Apartado de solicitud de consulta, aquí es donde el monitor gestiona la consulta del paciente y la pone en un horario donde el doctor este disponible.



En este campo permite buscar los expedientes de los pacientes guardados dentro de la base de datos, lo expediente se crean cuando el paciente hace una



consulta, para tener que pasar por el doctor se tiene que crear su expediente.


Panel
Expedientes
Resultados de la Búsqueda 1
Diego Aleman
ACTIVO
21 años
O+
Volver al Expediente
Historial Clínico de Diego Aleman
7 consultas registradas - C.I. 001-100205-1008V
Consulta del 1 de marzo de 2026, 10:22
Dolor de cabeza
Atendido por: Fernando Cassaya
DIAGNÓSTICO
Cuidarse
PLAN DE TRATAMIENTO
Cuidarse
SÍNTOMAS REPORTADOS
Fiebre Dolor de cabeza
OBSERVACIONES
Cuidarse
Consulta del 1 de marzo de 2026, 09:52
CHEQUEO GENERAL
Atendido por: Fernando Cassaya
DIAGNÓSTICO
fiebre
PLAN DE TRATAMIENTO
cuidarse bien
SÍNTOMAS REPORTADOS
fiebre
OBSERVACIONES
cuidarse bien bien

6. Paciente

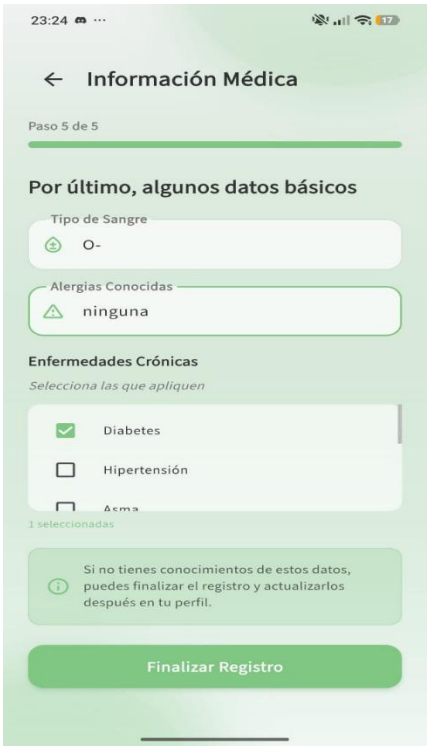
La aplicación móvil permite a los pacientes interactuar directamente con el sistema para gestionar sus citas médicas. A través de esta herramienta, los usuarios pueden programar consultas, cancelar citas y revisar información relacionada con su atención médica.

El diseño de la aplicación busca ofrecer una experiencia sencilla y accesible para los pacientes.





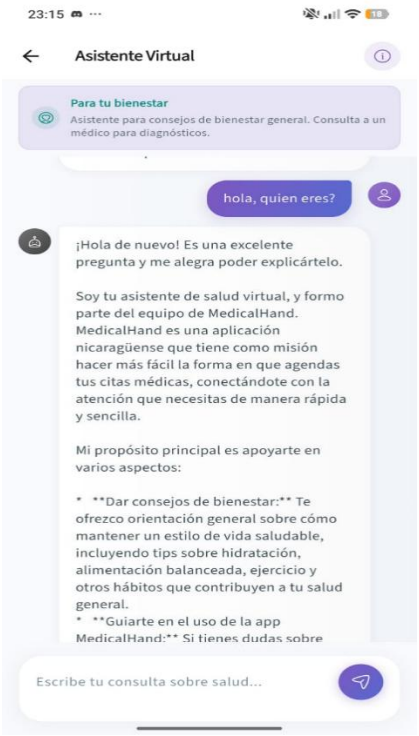




En esta parte vemos como es el login de la aplicación móvil, donde los pacientes tienen la opción de registrarse y tras una serie de pasos que esta bien detallados, el usuario puede ingresar a la aplicación como un paciente.



aquí podemos ver el inicio, donde es muy interactivo para el usuario, donde ahí se puede ver como agendar una cita, también tiene un chatbot donde puede hacer preguntas referente a como se siente o inquietudes que el paciente tenga.





Una vez el paciente le de agendar cita, le mandará a este apartado donde pondrá que tipo de cita necesita, en este caso general, selecciona y pone el motivo del porque sugiere una cita médica.





También esta este apartado donde el paciente puede ver su historial, clínico donde le muestra el diagnostico que tuvo por cita, que le receto el médico.

