



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

PROYECTO INTEGRADOR

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERAS EN
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

Aplicación Móvil Para Pacientes Con Hemiparesia Post- Ecv En El Centro De Rehabilitación
Física Manabí Humana En La Bramadora

AUTOR

Camila Eduarda Mosquera Giler

TUTOR

Ing. Patricio Quiroz, Mg.

EL CARMEN, 2026

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **CAMILA EDUARDA MOSQUERA GILER**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información, período académico 2026-2027, cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto es **"APLICACIÓN MÓVIL PARA PACIENTES CON HEMIPARESIA POST- ECV EN EL CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA MANABÍ HUMANA EN LA BRAMADORA"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 31 de julio del 2026.

Lo certifico,


Ing. Quiroz Valencia Arturo Patricio, MSc.
Docente Tutor
Área: Ingeniería en Tecnologías de la Información

Ilustración 1. Certificado del tutor

INFORME DE APROBACIÓN



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
Extensión El Carmen
Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título del trabajo de titulación:

Aplicación Móvil Para Pacientes Con Hemiparesia Post- Ecv En El Centro De Rehabilitación Física Manabí Humana En La Bramadora

Modalidad:

Proyecto Integrador

Autor:

Mosquera Giler Camila Eduarda

Tutor:

Ing. Quiroz Valencia Arturo Patricio, Mg

Tribunal de sustentación:

- **Presidente:** Ing. Mora Marcillo Alex Bladimir, Mg
- **Miembro:** Ing. Mendoza Villamar Rocío Alexandra, Mg
- **Miembro:** Ing. Villareal Cobeña Ángel Wilson, Mg

Fecha de sustentación:

21 de agosto de 2026

Ilustración 2. Informe De Aprobación

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de titulación, cuyo tema es: **Aplicación Móvil Para Pacientes Con Hemiparesia Post- Ecv En El Centro De Rehabilitación Física Manabí Humana En La Bramadora**, corresponde exclusivamente a: **Mosquera Giler Camila Eduarda** con CI. **0605416924**, y los derechos patrimoniales de la misma corresponden a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Mosquera Giler Camila Eduarda

C.I. 0605416924

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo mi amor y gratitud, a mi madre, Sara Gabriela Giler Cedeño, quien ha sido la principal razón de ser.

A ti, mamá, te dedico este logro porque has sido mi apoyo, mi fortaleza y el motor que me impulsó a continuar incluso en aquellos momentos en los que las cosas parecían difíciles y sentía que ya no podía seguir. Gracias por estar a mi lado, por tus sacrificios, por tus palabras, por tu paciencia y por creer en mí aun cuando yo misma llegué a dudar de lo que era capaz de lograr.

Cada paso de este camino lleva un poco de ti, porque detrás de este título existe una madre que nunca dejó de luchar por su hija y que me enseñó, con su ejemplo, que los sueños se alcanzan con esfuerzo, perseverancia y valentía.

Este logro también es tuyo, mamá. Si hoy estoy culminando esta etapa de mi vida, es porque tuve la dicha de tenerte como mi apoyo y como ese amor incondicional que me dio fuerzas para no rendirme.

Gracias por ser mi gran amor, mi inspiración y mi hogar.

Camila Eduarda Mosquera Giler

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa tan importante de mi vida, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que, de una u otra manera, contribuyeron a mi formación académica y a la culminación de este trabajo de titulación.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi tutor, Arturo Quiroz, por su paciencia, orientación y dedicación durante todo el desarrollo de esta investigación. Gracias por acompañarme en cada etapa de este proceso, por sus observaciones, recomendaciones y por el tiempo que dedicó para ayudarme a mejorar este trabajo. Su paciencia y disposición para orientarme fueron fundamentales para superar las dificultades que se presentaron durante este camino y lograr culminar esta tesis.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, mi profundo agradecimiento por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente durante estos años. Gracias por los conocimientos, experiencias y espacios de aprendizaje que contribuyeron a mi crecimiento académico y personal.

A todos los docentes que fueron parte de mi formación académica, gracias por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas. Cada una de sus clases, recomendaciones y exigencias aportó a mi preparación profesional y me permitió adquirir herramientas que serán importantes para enfrentar los desafíos de mi futura vida laboral.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que estuvieron presentes durante este camino y que, de una u otra manera, contribuyeron a que pudiera alcanzar esta meta. Cada palabra de ánimo, consejo y gesto de apoyo tuvo un significado especial durante este proceso.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE DE GENERAL

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
INFORME DE APROBACIÓN	III
DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	XV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVI
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
CAPÍTULO I	1
1.1. Presentación del tema.....	2
1.2. Ubicación y contextualización de la problemática.....	3
1.3. Planteamiento del problema	3
1.3.1. Problematización	4
1.3.2. Genesis del problema	5
1.3.3. Estado actual del problema	6
1.4. Diagrama Causa efecto del problema.....	6
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1. Objetivo general.....	8
1.5.2. Objetivo específico.....	8
1.6. Justificación.....	8
1.7. Impactos esperados	9

1.7.1. Impactos tecnológicos.....	10
1.7.2. Impactos sociales	10
1.7.3. Impactos ecológicos	10
CAPÍTULO II.....	12
2. Marco Teórico De La Investigación.....	12
2.1. Antecedentes históricos.	12
2.2. Evolución de las Tecnologías de Información Aplicadas a la Salud	12
2.2.1. Antecedentes históricos del Accidente Cerebrovascular y su rehabilitación.	13
2.2.3. Evolución de las Tecnologías Móviles y Plataformas Web para Rehabilitación.....	14
2.3. Antecedentes de investigación.	14
2.3.1. Aplicaciones móviles para rehabilitación de pacientes post-ECV.	14
2.3.2. Telerehabilitación y seguimiento remoto por especialistas.	15
2.3.3. Sistemas híbridos: aplicación móvil y plataforma web para monitoreo clínico.	16
2.3.4. Investigaciones regionales sobre tecnología en rehabilitación.	17
2.4. Definiciones conceptuales.....	18
2.4.1. Aplicaciones móviles.....	18
2.4.1.1. Tipos de aplicaciones móviles	18
2.4.2. Plataforma web.....	19
2.4.2.1. Funciones principales.....	20
2.4.3. Rehabilitación fisioterapéutica.....	21
2.4.3.1. Principios fundamentales.....	21
a) Repetición intensiva	21
b) Especificidad de la tarea	21
c) Retroalimentación	22
d) Ejecución guiada.....	22

e) Progresión gradual.....	22
2.4.4. Hemiparesia post-ECV	22
2.4.4.1. Manifestaciones principales.....	23
2.4.4.2. Telemedicina y telerehabilitación.....	24
2.4.4.2.1. Componentes de la telerehabilitación.....	24
2.4.5. Experiencia de usuario (UX) y accesibilidad.	26
2.4.6. Seguridad y privacidad de datos en sistemas de salud.....	27
2.5. Conclusiones del Marco Teórico.	28
CAPÍTULO III	29
3. Marco investigativo	29
3.1. Introducción	29
3.2. Enfoque de la investigación.	29
3.2.1. Enfoque mixto cualitativo y cuantitativo.	29
3.3. Tipo de investigación	29
3.3.1. Investigación bibliográfica.....	29
3.3.2. Investigación de campo	30
3.4. Métodos de investigación.	30
3.4.1. Método inductivo.	30
3.4.2. Método deductivo.	31
3.4.3. Método analítico y sintético.	31
3.4.4. Método de campo / observación directa.	31
3.4.5. Validación piloto.....	31
3.4.6. Método de Diseño Centrado en el Usuario (DCU – ISO 9241-210)	32
3.5. Fuentes de información de datos.....	32
3.5.1. Fuentes primarias y secundarias.....	32
3.6. Estrategia operacional para la recolección de datos	33
3.6.1. Población, Segmentación, Técnica de muestreo y Tamaño de la muestra	34

3.6.1.1.	Población	34
3.6.1.2.	Segmentación o muestra	35
3.6.1.3.	Técnica de muestreo	36
3.6.1.4.	Tamaño de la muestra	36
3.6.2.	Análisis de las herramientas de recolección de datos a utilizar	36
3.6.2.1.	Encuesta y Entrevista	37
3.6.2.1.1.	Encuesta.....	37
3.6.2.1.2.	Entrevista	37
3.6.2.2.	Estructura de los instrumentos de recolección de datos aplicados	38
3.6.2.2.1.	Estructura de la encuesta.....	38
3.6.2.2.2.	Estructura de la entrevista.....	38
3.6.2.2.3.	Plan de recolección de datos	39
3.7.	Análisis y presentación de resultados	39
3.7.1.	Tabulación y análisis de los datos de las encuestas realizadas	39
3.7.2.	Presentación y análisis de datos de las entrevistas realizadas.....	46
3.7.3.	Informe final del análisis de los datos.....	50
CAPÍTULO IV.....		53
MARCO PROPOSITIVO		53
4.1.	Introducción	53
4.1.1.	Objetivo del Sistema.....	54
4.1.2.	Descripción de la propuesta.....	54
4.1.3.	Alcance del Sistema	55
4.1.4.	Metodología de Desarrollo.....	56
4.1.4.1.	Organización del desarrollo mediante Sprint.....	56
4.1.5.	Determinación de recursos	60
4.1.5.2.1.	Hardware.....	61
4.2.	Fase I Análisis de requisitos.....	65

4.2.1. Proceso de Análisis y recolección de Información.....	65
4.2.1.1. Identificación de actores del sistema.....	66
4.2.1.2. Tipos y roles de usuarios.....	69
4.2.2. Fase II: Diseño y Planificación del Sistema.....	69
4.2.2.1. Diseño de la Arquitectura del Sistema.....	71
4.2.2.1.4. Actores del Sistema.....	74
4.2.2.2.2. Diagrama de Actividades de la Aplicación Web.....	77
4.2.2.2.3. Diagrama de Actividades: Inicio de Sesión	78
4.2.2.2.4. Diagrama de Actividades: Ejecución de Rutina	80
4.2.2.2.5. Diagrama de Actividades: Gestión de Pacientes.....	81
4.2.2.3.1. Diagrama de Navegación de la Aplicación Móvil.....	82
4.2.2.3.2. Diagrama de Navegación de la Plataforma Web.....	83
4.2.2.4. Diagrama de Secuencia.	84
4.2.2.4.2. Diagrama de Secuencia: Consulta de Ejercicios.....	86
4.2.2.4.3. Diagrama de Secuencia: Ejecución y Control de Rutinas.	87
4.2.2.4.4. Diagrama de Secuencia: Consulta del Historial de Rutinas.....	88
4.2.2.4.5. Diagrama de Secuencia: Monitoreo de Avances.....	89
4.2.2.4.6. Diagrama de Secuencia: Gestión de Usuarios.....	90
4.2.3. Diagrama de Despliegue UML	91
4.2.3.1. Diseño de Base de Datos.....	93
4.2.3.3. Esquema de Colecciones de Firebase Firestore	95
4.3. Fase III: Implementación.....	96
4.3.1. Implementación de la aplicación móvil	97
4.3.1.1. Pantalla de bienvenida	97
4.3.1.2. Pantalla de registro de usuarios	98
4.3.1.3. Pantalla de inicio de sesión.	99
4.3.1.4. Recuperación de contraseña.....	100

4.3.1.5.	Pantalla principal	101
4.3.1.7.	Módulo de seguimiento del progreso.	102
4.3.1.8.	Módulo de perfil del usuario.	103
4.3.2.	Implementación de la plataforma web del especialista	104
4.3.2.1.	Inicio de sesión y panel principal de la plataforma web.	104
4.3.2.2.	Gestión y consulta de pacientes de la plataforma web.	105
4.3.2.3.	Gestión de rutinas y seguimiento.	106
4.3.2.4.	Visualización de la información del paciente.	107
4.3.2.5.	Módulo de recomendaciones.	108
4.3.2.6.	Integración de los servicios de Firebase.	108
4.4.	Fase IV: Revisión y Retrospectiva.	109
4.5.	Fase V: Lanzamiento.....	113
CAPÍTULO V		116
5.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS.	116
5.1.	Introducción.....	116
5.2.	Evaluación del proceso antes de la aplicación.....	116
5.3.	Descripción del programa de rehabilitación implementado.	117
5.4.	Evaluación después de la implementación de la aplicación	119
5.5.	Comparación de resultados antes y después	121
CAPÍTULO VI		124
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
6.1.	Conclusiones.....	124
6.2.	Recomendaciones.....	126
Bibliografía		128
Anexos		134
GLOSARIO DE TÉRMINOS		145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de las encuestas a Pacientes.....	39
Tabla 2. Análisis de las encuestas de Cuidadores.	43
Tabla 3. Análisis de las entrevistas.....	46
Tabla 4. Organización de los Sprint del desarrollo	59
Tabla 5. Recursos Humanos	61
Tabla 6. Características de los recursos tecnológicos (Hardware)	62
Tabla 7. Características de los recursos tecnológicos (Software).....	63
Tabla 8. Recursos Económicos.....	64
Tabla 9. Requerimientos funcionales del sistema.....	67
Tabla 10. Requerimientos no funcionales	68
Tabla 11. Requerimientos mínimos de hardware y software	68
Tabla 12. Tipos y roles de usuarios	69
Tabla 13. Prueba funcional del registro de pacientes	110
Tabla 14. Prueba funcional de inicio de sesión	110
Tabla 15. Prueba funcional del registro de progreso	111
Tabla 16. Prueba funcional de recordatorios	111
Tabla 17. Prueba funcional de visualización de pacientes	111
Tabla 18. Prueba funcional del envío de recomendaciones.....	112
Tabla 19. Prueba funcional del reinicio de rutinas	112
Tabla 20. Prueba funcional de generación de reportes	112
Tabla 21. Estructura general del programa de rehabilitación	118
Tabla 22. Actividades programadas para el Paciente A durante los tres primeros días	119
Tabla 23. Actividades programadas para el Paciente B durante la primera semana	120
Tabla 24. Comparación de resultados.....	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Certificado del tutor	II
Ilustración 2. Informe De Aprobación	III
Ilustración 3. Declaración Expresa De Autoría	IV

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama causa-efecto del problema de rehabilitación en hemiparesia post-ECV...7	
Figura 2. Tipos de aplicaciones móviles.	19
Figura 3. Hemiplejia o hemiplejía.	23
Figura 4. Telerehabilitación.	24
Figura 5. Esquema de la norma ISO 9241.....	26
Figura 6. Metodología ágil SCRUM	56
Figura 7. Arquitectura cliente-servidor del sistema	74
Figura 8. Esquema de colecciones de Firebase Firestore.	96
Figura 9. Pantalla de Bienvenida.....	98
Figura 10. Pantalla de registro de usuarios.....	99
Figura 11. Pantalla de inicio de sesión de la aplicación móvil.....	100
Figura 12. Pantalla de recuperación de contraseña de la aplicación móvil.	100
Figura 13. Pantalla principal de la aplicación móvil.	101
Figura 14. Pantallas del módulo de ejercicios terapéuticos.....	102
Figura 15. Pantalla del módulo de seguimiento del paciente.	103
Figura 16. Pantalla de perfil del usuario.....	104
Figura 17. Inicio de sesión y panel principal de la plataforma web.	105
Figura 18. Gestión de pacientes de la plataforma web.	106
Figura 19. Módulo de gestión de rutinas terapéuticas de la plataforma web.	107
Figura 20. Visualización del progreso del paciente.....	107
Figura 21. Módulo de recomendaciones de la plataforma web.....	108
Figura 22. Servicios de Firebase utilizados en el sistema.	109
Figura 23. Aplicación móvil y plataforma web implementadas para el sistema de telerehabilitación.	115

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Diagrama General de Casos de Uso	75
Diagrama 2. Flujo Actividades de la Aplicación Móvil	76
Diagrama 3. Actividades de la Aplicación Web	78
Diagrama 4. Diagrama de Actividades: Inicio de Sesión	79
Diagrama 5. Diagrama de Actividades: Ejecución de Rutina.....	80
Diagrama 6. Diagrama de Actividades: Gestión de Pacientes	81
Diagrama 7. Navegación de la Aplicación Móvil	83
Diagrama 8. Navegación de la Plataforma Web	84
Diagrama 9. Diagrama de Secuencia: Inicio de sesión.	86
Diagrama 10. Consulta de Ejercicios	87
Diagrama 11. Diagrama de Secuencia: Ejecución y Control de Rutinas.	88
Diagrama 12. Secuencia de Rutinas	89
Diagrama 13. Monitoreo de Avances.....	90
Diagrama 14. Gestión de Usuarios.....	91
Diagrama 15. Despliegue UML.	92
Diagrama 16. Modelo de estructura de colecciones y documentos de Cloud Firestore.....	94

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta aplicada a los pacientes.	134
Anexo 2. Encuesta aplicada a los cuidadores.	135
Anexo 3. Entrevista a la fisioterapeuta.	135
Anexo 4. Uso de la aplicación por parte del Paciente A	136
Anexo 5. Uso de la aplicación por parte del Paciente B.	136
Anexo 6. Especialista monitoreando actividad en la plataforma web.....	137
Anexo 7. Plataforma Web.	138
Anexo 8. Expediente de la plataforma web.....	139
Anexo 9. Pantalla de Inicio en la aplicación web.....	140
Anexo 10. Programa de Rehabilitación aplicación móvil.	141
Anexo 11. Rutina de ejercicios aplicación móvil.....	142
Anexo 12. Código de la conexión del Firebase aplicación móvil y web.	143
Anexo 13. Firebase Storage.....	144

RESUMEN

Esta investigación nace de las dificultades que presentan algunos pacientes con hemiparesia accidente cerebrovascular (ECV) para continuar en forma regular con sus actividades de rehabilitación, sobre todo cuando existen limitaciones para trasladarse hasta un centro especializado. Esta problemática se hace evidente en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora, donde se identificó la necesidad de contar con herramientas que permitan complementar la atención presencial y facilitar el seguimiento de las actividades terapéuticas que se realizan desde el hogar. Ante esta necesidad, se desarrolló un sistema de telerehabilitación constituido por una aplicación móvil dirigida a pacientes y cuidadores, y una plataforma web destinada a la especialista en fisioterapia. La investigación se realizó con un enfoque mixto, a través de revisión bibliográfica, investigación de campo, observación directa, encuestas y entrevistas, con el objetivo de identificar las necesidades de los usuarios y establecer los requerimientos funcionales de la solución tecnológica. La construcción de la aplicación se realizó utilizando Flutter y Dart, mientras que la arquitectura del sistema fue de tipo cliente-servidor, empleando la metodología ágil Scrum en su desarrollo. Para la autenticación de usuarios, el almacenamiento y la gestión de información, se utilizó Firebase con Cloud Firestore y Firebase Storage. La aplicación móvil permite al usuario ver rutinas terapéuticas, ver instrucciones de los ejercicios, registrar el progreso y configurar recordatorios, mientras que la plataforma web permite al usuario administrar pacientes, ver el progreso de las rutinas, enviar recomendaciones, reiniciar actividades y generar reportes. La prueba funcional permitió verificar el correcto funcionamiento de los principales módulos del sistema y la sincronización de información entre la aplicación móvil y la plataforma web. También, las pruebas realizadas con pacientes mostraron mejoras en la organización, consulta y registro de las actividades terapéuticas realizadas en el hogar. Los resultados permiten concluir que la solución implementada constituye una herramienta funcional de apoyo a la telerehabilitación, favoreciendo el seguimiento remoto, la continuidad de las actividades terapéuticas y la comunicación entre pacientes, cuidadores y especialista, sin sustituir la atención fisioterapéutica presencial.

Palabras clave: hemiparesia, accidente cerebrovascular, telerehabilitación, aplicación móvil, seguimiento terapéutico.

ABSTRACT

This research arises from the difficulties faced by some patients with hemiparesis due to stroke (CVA) in regularly continuing their rehabilitation activities, especially when there are limitations in traveling to a specialized center. This issue becomes evident at the Manabí Humana La Bramadora Physical Rehabilitation Center, where the need for tools that complement in-person care and facilitate the monitoring of therapeutic activities carried out from home was identified. Given this need, a telerehabilitation system was developed, consisting of a mobile application aimed at patients and caregivers, and a web platform intended for the physiotherapy specialist. The research was conducted with a mixed approach, thru bibliographic review, field research, direct observation, surveys, and interviews, with the aim of identifying user needs and establishing the functional requirements of the technological solution. The construction of the application was carried out using Flutter and Dart, while the system architecture was of the client-server type, employing the agile Scrum methodology in its development. For user authentication, data storage, and information management, Firebase with Cloud Firestore and Firebase Storage was used. The mobile application allows the user to view therapeutic routines, see exercise instructions, record progress, and set reminders, while the web platform allows the user to manage patients, view routine progress, send recommendations, restart activities, and generate reports. The functional test allowed verifying the correct operation of the main system modules and the synchronization of information between the mobile application and the web platform. Also, the tests conducted with patients showed improvements in the organization, consultation, and recording of therapeutic activities carried out at home. The results allow us to conclude that the implemented solution constitutes a functional tool to support telerehabilitation, promoting remote monitoring, the continuity of therapeutic activities, and communication between patients, caregivers, and specialists, without replacing in-person physiotherapy care.

Keywords: hemiparesis, stroke, telerehabilitation, mobile application, therapeutic follow-up.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El accidente cerebrovascular (ECV) es una condición que puede afectar de manera significativa la vida de una persona, ya que suele provocar limitaciones en el movimiento y en la realización de actividades cotidianas. Una de las secuelas más comunes es la hemiparesia, la cual implica una disminución de la fuerza y del control motor en un lado del cuerpo. Debido a esto, la recuperación requiere un proceso de rehabilitación constante, adaptado a las necesidades de cada paciente.

Sin embargo, mantener este proceso de forma continua no siempre es sencillo. Factores como la distancia, la disponibilidad de profesionales o las propias dificultades de movilidad del paciente pueden dificultar el acceso regular a los servicios de fisioterapia.

Esta situación se agrava sobre todo en áreas rurales, los recursos especializados suelen ser escasos. En este contexto, el Centro de Rehabilitación Física Humana La Bramadora en la comuna Union y Progreso La Bramadora, dentro del cantón El Carmen, provincia de Manabí, da servicio a pacientes necesitando seguimiento terapéutico. Ante este escenario, la exigencia de poner en práctica alternativas que complementen la labor del fisioterapeuta y promuevan la continuidad del tratamiento desde casa del paciente, aparece.

Como respuesta a esta necesidad, el presente proyecto plantea el desarrollo de un sistema de telerehabilitación. Este sistema está conformado por una aplicación móvil, dirigida principalmente al paciente y su cuidador y una plataforma web orientada al profesional de fisioterapia. La aplicación permite acceder a rutinas de ejercicios, visualizar su ejecución, registrar el cumplimiento y recibir recordatorios relacionados con el tratamiento. Por su parte, la plataforma web permite al profesional consultar la información de los pacientes, realizar el seguimiento de su evolución, gestionar las rutinas y revisar la información registrada durante el proceso de rehabilitación.

Para construir el sistema se usaron tecnologías orientadas a la creación de aplicaciones multiplataforma y servicios en la nube. La plataforma móvil y la aplicación web se

desarrollaron con Flutter y Dart, mientras que Firebase se empleó como plataforma de servicios para la autenticación de usuarios, el almacenamiento y la gestión de la información a través de Cloud Firestore y Firebase Storage. Esta integración permite al fisioterapeuta ver en la plataforma web la información generada desde la aplicación móvil manteniendo los datos centralizados y actualizados.

Para el desarrollo de la propuesta se empleó la metodología ágil Scrum, la cual permitió dividir el trabajo en diferentes etapas y realizar avances progresivos en las funcionalidades del sistema. En este proceso se tuvieron en cuenta las necesidades de los usuarios, la estructura de la información, el diseño de las interfaces, la implementación de las funcionalidades y las pruebas necesarias para verificar el funcionamiento de la solución desarrollada.

La investigación se orientó a analizar las necesidades relacionadas con el proceso de rehabilitación de pacientes con hemiparesia posterior a un ECV y, a partir de ello, establecer los requerimientos que dieron origen a la propuesta tecnológica. De esta manera, el proyecto busca aportar una herramienta de apoyo para el proceso de telerehabilitación, facilitando la comunicación y el seguimiento entre el paciente y el profesional de fisioterapia, sin sustituir la valoración ni las indicaciones realizadas por este último.

Por último, la presente tesis está organizada en varios capítulos. En el primero, se describe el problema de investigación, sus antecedentes, objetivos y justificación. En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico relacionado con el ECV, la hemiparesia, la fisioterapia y la telerehabilitación. En el tercer capítulo se expone el marco metodológico. En el cuarto capítulo se desarrolla la propuesta tecnológica desde el análisis de requerimientos y el diseño del sistema, hasta su implementación y pruebas. Por último, en los siguientes capítulos se exponen los resultados obtenidos, las conclusiones y las recomendaciones que se han extraído del desarrollo del proyecto.

1.1. Presentación del tema

El presente trabajo plantea el desarrollo de un sistema de telerehabilitación compuesto por una aplicación móvil orientada tanto a pacientes como a cuidadores y una plataforma web para el fisioterapeuta. La finalidad de esta propuesta es apoyar la rehabilitación desde el hogar, permitiendo acceder a ejercicios guiados, registrar avances y mantener un seguimiento más constante por parte del especialista. De esta manera, se busca contribuir a una mayor

continuidad del tratamiento y a una mejor recuperación funcional en pacientes con hemiparesia posterior a un accidente cerebrovascular.

1.2. Ubicación y contextualización de la problemática

La presente investigación se desarrolla en la Comuna Unión y Progreso La Bramadora, perteneciente al cantón El Carmen, en la provincia de Manabí. En esta comunidad rural funciona el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora, espacio que brinda atención a personas con discapacidades físicas y, en particular, a pacientes con secuelas de accidentes cerebrovasculares.

La Bramadora es una zona rural, con acceso limitado a servicios especializados de salud y, por ello, hace difícil que los pacientes se trasladen hacia la cabecera cantonal para recibir terapias continuas. Estas son las palabras que he encontrado en mis libros. las condiciones geográficas y económicas influyen directamente sobre la calidad del proceso de rehabilitación de los pacientes con hemiparesia post ECV. En este marco, las limitaciones de desplazamiento, los gastos de transporte y la poca disponibilidad de atención especializadas crean una ruptura importante en la continuidad terapéutica. La comunidad, aunque cuenta con servicios básicos de telecomunicaciones, carece de herramientas tecnológicas que faciliten una rehabilitación domiciliar guiada y controlada.

Por ello, la necesidad de una solución tecnológica que permita mejorar el acceso, seguimiento y adherencia a las terapias se vuelve fundamental, especialmente para los pacientes que no pueden acudir con regularidad al centro de rehabilitación.

1.3. Planteamiento del problema

El accidente cerebrovascular (ECV) representa una de las principales causas de discapacidad en la población adulta a nivel mundial. Entre las secuelas más frecuentes se encuentra la hemiparesia, condición que afecta la fuerza y el control de un lado del cuerpo, limitando la movilidad, la independencia y la capacidad para realizar actividades cotidianas.

A partir de esta condición, la rehabilitación fisioterapéutica se vuelve clave en el proceso de recuperación, ya que permite que el paciente recupere, en la medida de lo posible, su funcionalidad y mejore su calidad de vida. Sin embargo, en la práctica, muchas personas no pueden acceder de forma constante a estos servicios, especialmente aquellas que residen en zonas alejadas de los centros especializados de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023).

En América Latina, esta situación continúa siendo un desafío. El acceso a los servicios de rehabilitación no es equitativo para todos, ya que la mayor parte de la atención se concentra en las grandes ciudades. A esto se une la falta de profesionales en ciertas zonas y las limitaciones económicas de muchas familias que dificultan que los pacientes puedan completar sus tratamientos. Esta realidad golpea de manera especial a las comunidades rurales, donde las opciones son más escasas e ir a un centro de salud implica un gasto adicional (Organización Panamericana de la Salud, 2022).

Una situación similar ocurre en la comuna Unión y Progreso La Bramadora, cantón El Carmen. En el Centro de Rehabilitación Física La Bramadora se brinda atención a pacientes con hemiparesia que requieren un seguimiento continuo. Sin embargo, pese a que reciben atención profesional, muchos tienen dificultades para seguir sus tratamientos una vez que salen del centro. En gran medida, esto se debe a que carecen de herramientas para examinar los ejercicios asignados, llevar un registro de su progreso o recibir un seguimiento más constante por parte del fisioterapeuta. También en muchos casos, los cuidadores no disponen de material de apoyo que les ayude a realizar correctamente las actividades terapéuticas en el domicilio.

Ante esta problemática, resulta necesario incorporar herramientas tecnológicas que complementen la atención presencial y contribuyan a fortalecer la continuidad del tratamiento. Diversas investigaciones han demostrado que las aplicaciones móviles y las plataformas web pueden facilitar el acceso a rutinas terapéuticas, mejorar el seguimiento del progreso del paciente y favorecer la comunicación entre el profesional de salud y la persona en rehabilitación, especialmente en contextos donde existen limitaciones para acceder de forma permanente a los servicios presenciales (McGarry R. R., 2021).

En consecuencia, se identifica la necesidad de desarrollar un sistema de telerehabilitación conformado por una aplicación móvil para pacientes y cuidadores, junto con una plataforma web para el fisioterapeuta, que permita apoyar el proceso de rehabilitación domiciliaria, fortalecer el seguimiento terapéutico y contribuir a una mejor continuidad de la atención en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora.

1.3.1. Problematicación

Los pacientes con hemiparesia como consecuencia de un accidente cerebrovascular necesitan realizar rehabilitación de manera constante para favorecer su recuperación y mejorar su capacidad para realizar actividades cotidianas. Sin embargo, en la comuna La Bramadora, algunos pacientes tienen dificultades para asistir regularmente al centro de rehabilitación debido a factores como la distancia, los costos de traslado y la necesidad de contar con una persona que los acompañe. Esta situación puede provocar interrupciones en el tratamiento y dificultar el seguimiento de los ejercicios en el hogar. Además, los familiares o cuidadores no siempre cuentan con la orientación necesaria para apoyar al paciente durante la realización de las actividades terapéuticas.

Ante esta necesidad, surge la propuesta de desarrollar un sistema de telerehabilitación que permita a los pacientes y cuidadores acceder desde el hogar a ejercicios guiados y registrar las actividades realizadas, mientras que el fisioterapeuta pueda consultar el progreso y mantener un seguimiento más constante. Con ello, se busca apoyar la continuidad de la rehabilitación y facilitar el acompañamiento del paciente durante su proceso de recuperación.

A partir de esta problemática, se plantean las siguientes interrogantes:

¿Qué dificultades enfrentan los pacientes con hemiparesia post-ECV para acceder a rehabilitación especializada en La Bramadora?

¿Cómo afecta la falta de seguimiento terapéutico al proceso de recuperación de los pacientes?

¿De qué manera una aplicación móvil podría mejorar la ejecución y continuidad de las terapias domiciliarias?

1.3.2. Genesis del problema

La problemática que aborda esta investigación tiene su origen en las dificultades que enfrentan los pacientes con hemiparesia para mantener un proceso de rehabilitación continuo después de recibir el alta o cuando no pueden asistir con frecuencia al centro de fisioterapia. En muchos casos, las limitaciones económicas, la distancia hacia los servicios especializados y la disponibilidad de transporte dificultan el cumplimiento de las sesiones terapéuticas, afectando la continuidad del tratamiento.

A esta situación se suma que los familiares o cuidadores, quienes desempeñan un papel fundamental durante la recuperación del paciente, generalmente no cuentan con la orientación

ni con herramientas que les permitan apoyar de manera adecuada la ejecución de los ejercicios en el hogar. Esto puede llevar a que la rehabilitación se haga mal o se detenga. Disminuyendo las posibilidades de que recupere su movilidad e incrementa, demasiado, el riesgo de problemas por estar sin movimiento.

Ante semejante panorama, hace falta adoptar opciones tecnológicas para complementar las sesiones presenciales de fisioterapia y así facilitar el monitoreo del tratamiento en casa, posibilitando que el paciente siga su proceso de recuperación bajo la guía del profesional de salud.

1.3.3. Estado actual del problema

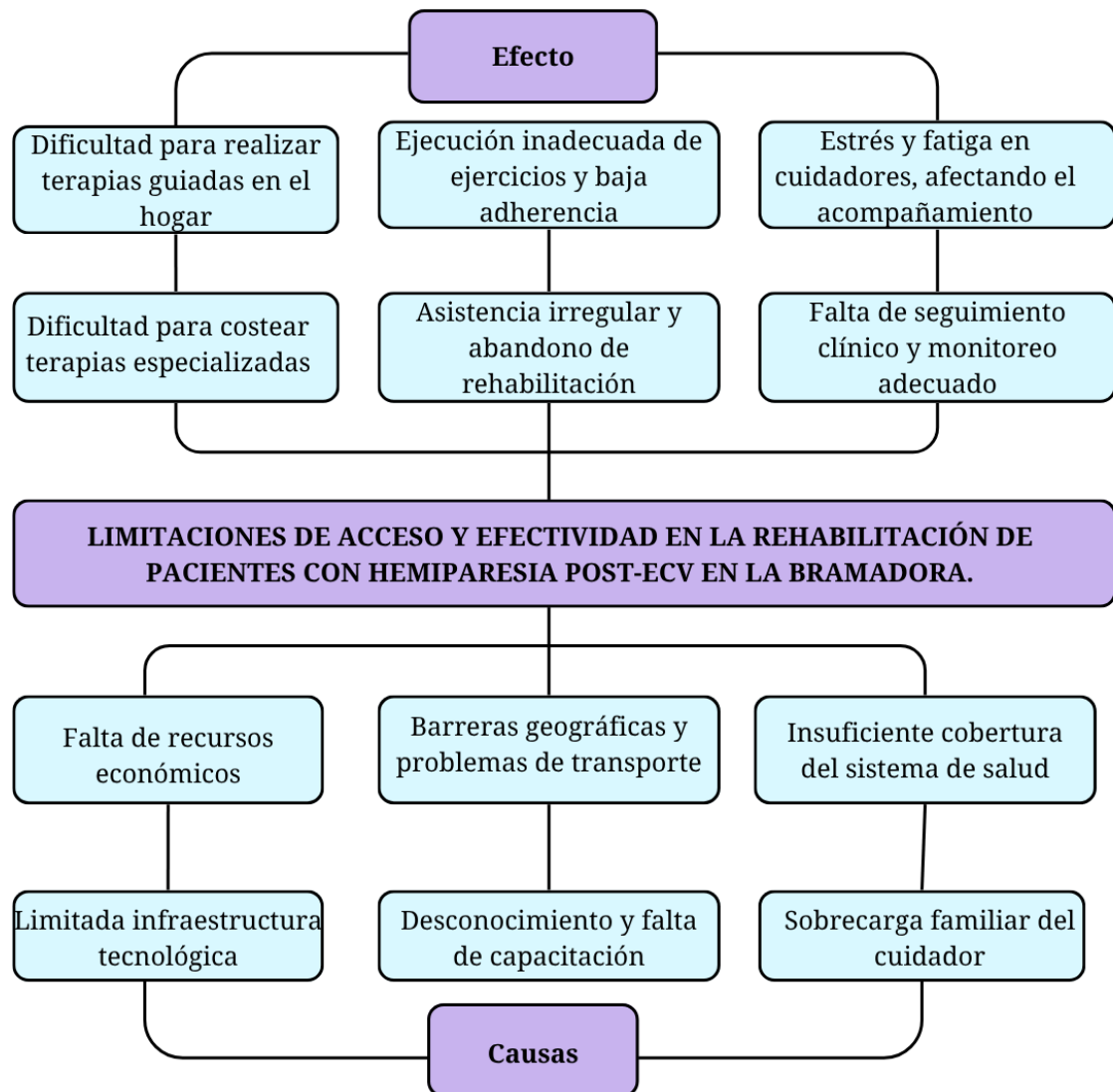
En la actualidad, los pacientes con hemiparesia atendidos en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora continúan enfrentando dificultades para mantener la continuidad de su proceso de rehabilitación fuera del entorno clínico. Aunque reciben atención por parte del fisioterapeuta, muchos de ellos no disponen de una herramienta que les permita consultar las rutinas asignadas, registrar el cumplimiento de los ejercicios o realizar un seguimiento organizado de su evolución desde el hogar.

De igual forma, los cuidadores no siempre cuentan con recursos o apoyo suficiente para acompañar correctamente el tratamiento. Esto puede hacer que los ejercicios no se realicen con la frecuencia necesaria o que no se ejecuten de la manera adecuada. Por consiguiente, la supervisión del profesional de salud tiene un alcance limitado complicando el desarrollo de los pacientes.

Dada la situación, resulta clave pensar en un sistema digital que ayude a la recuperación desde casa. Con esto, los ejercicios se pueden seguir fácilmente, su progreso se anota y el físico logra supervisarlos mejor. Por eso complementa bien la consulta normal y hace que el tratamiento sea más continuo. De esta manera, se busca complementar la atención presencial y contribuir a una mayor continuidad del tratamiento.

1.4. Diagrama Causa efecto del problema

Figura 1. Diagrama causa-efecto del problema de rehabilitación en hemiparesia post-ECV.



Fuente: Elaboración propia del autor (2026)

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar una aplicación móvil que permita guiar y monitorear terapias domiciliarias en pacientes con hemiparesia post-ECV, facilitando el acceso a la rehabilitación, mejorando su recuperación funcional y apoyando a los cuidadores en la ejecución correcta de los ejercicios, complementada con una plataforma web para uso exclusivo de la especialista supervisora, que permita visualizar y supervisar en tiempo real el avance terapéutico de cada paciente.

1.5.2. Objetivo específico

- Fundamentar teóricamente los conceptos relacionados con la hemiparesia post-ECV, la rehabilitación fisioterapéutica y el uso de tecnologías móviles aplicadas a la salud mediante una revisión bibliográfica actualizada.
- Identificar las necesidades terapéuticas, técnicas y de apoyo de los pacientes, cuidadores y del personal del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora mediante la aplicación de métodos de investigación mixtos.
- Desarrollar e implementar una aplicación móvil híbrida con ejercicios guiados, un sistema de seguimiento y una interfaz accesible, complementada con una plataforma web para la supervisión en tiempo real por parte de la especialista.
- Evaluar la usabilidad, aceptación y efectividad terapéutica de la aplicación mediante pruebas piloto con usuarios reales, utilizando instrumentos de medición cuantitativos y cualitativos.

1.6. Justificación

La presente investigación se justifica ante la necesidad urgente de mejorar el acceso a servicios especializados de rehabilitación fisioterapéutica para pacientes con hemiparesia post-ECV en comunidades rurales de la provincia de Manabí. El accidente cerebrovascular es una de las principales causas de discapacidad motora, ya que muchas veces deja secuelas que afectan la independencia de las personas. Además, en los últimos años se ha visto un aumento de estos casos, por lo que es necesario que los procesos de rehabilitación sean constantes y accesibles para los pacientes.

En la comunidad de La Bramadora, factores como la ubicación geográfica, la situación económica y la limitada presencia de profesionales especializados hacen que el acceso a terapias de rehabilitación no siempre sea posible de forma regular. Esto provoca que los tratamientos se interrumpan o no se sigan adecuadamente, lo que puede retrasar la recuperación y también generar mayor carga para los familiares que cuidan al paciente.

Frente a esta situación, la rehabilitación desde el hogar apoyada en tecnologías móviles aparece como una alternativa viable. Este tipo de herramientas puede ayudar a que el paciente continúe con sus ejercicios, mantenga una rutina más constante y refuerce su proceso de recuperación. Además, las aplicaciones móviles facilitan el acceso a contenido guiado, permiten llevar un seguimiento y enviar recordatorios, lo que favorece la participación del paciente en su tratamiento.

Por otra parte, contar con una plataforma web para uso del especialista permitiría tener un control más cercano del avance de cada paciente. De esta manera, el fisioterapeuta podría revisar el progreso, identificar posibles dificultades y tomar decisiones a tiempo, además de mantener una mejor comunicación con el paciente y su cuidador. Esto también ayudaría a optimizar los recursos disponibles y mejorar los resultados del tratamiento.

Este proyecto, desde el ámbito académico, también aporta al desarrollo de habilidades en el uso de tecnologías aplicadas a la salud. Está, además, ligada a las tendencias actuales como la telesalud y la digitalización de los servicios sanitarios, que pretenden ampliar la cobertura y mejorar la calidad de vida, sobre todo en las poblaciones con mayores limitaciones.

1.7. Impactos esperados

La implementación de esta aplicación móvil representa una mejora importante en los procesos de rehabilitación dentro de la comunidad de La Bramadora. Gracias a esta herramienta, los pacientes podrán continuar con sus terapias desde casa de forma más segura y constante, evitando interrupciones y favoreciendo su recuperación funcional. Además, su uso facilitará el trabajo de los cuidadores, ya que contarán con una guía clara y práctica para apoyar correctamente la realización de los ejercicios.

Por otro lado, el uso de una plataforma web facilitará a la especialista un mejor control del tratamiento. Este espacio le permitirá ver el avance de cada paciente, organizar la información de forma más clara y tomar decisiones oportunas basadas en los avances registrados.

El proyecto también tiene como objetivo disminuir los gastos que se generan por el traslado al centro de rehabilitación y evitar problemas que pueden ocurrir cuando no se mantiene un seguimiento continuo. A largo plazo, se espera que esta propuesta contribuya a

que la comunidad disponga de un entorno más accesible y adecuado para las personas que necesitan rehabilitación fisioterapéutica, mejorando así su calidad de vida.

1.7.1. Impactos tecnológicos

El desarrollo de esta aplicación móvil se basa en tecnologías actualizadas que permiten ofrecer ejercicios guiados, seguimiento del progreso y recordatorios personalizados. Su uso facilitará a los pacientes realizar sus terapias de manera segura desde su hogar, mientras que la plataforma web permitirá a la especialista monitorear el avance en tiempo real.

La puesta en marcha de este sistema supone una mejora importante para la comunidad, puesto que introduce el uso de herramientas digitales dentro de los procesos de rehabilitación, algo que hasta ahora no era habitual en este contexto. Con esta propuesta, se podrá ver el avance de los pacientes, modificar los ejercicios según sus necesidades y darles una atención más continua.

Esta aplicación se proyecta como un instrumento capaz de aumentar la continuidad terapéutica, mejorar los resultados funcionales y estimular desarrollos tecnológicos futuros orientados hacia la rehabilitación y la atención a distancia.

1.7.2. Impactos sociales

La implementación de esta herramienta proporcionará un beneficio significativo para los pacientes de La Bramadora, ya que les permitirá continuar sus terapias sin depender del traslado hacia centros especializados. Esto generará un entorno más seguro y accesible, fortaleciendo el bienestar de los usuarios y reduciendo la carga emocional y física que actualmente enfrentan los cuidadores.

El proyecto también busca que las familias se involucren más en el proceso de rehabilitación, promoviendo un apoyo más cercano y constante hacia el paciente. La aplicación permite organizar mejor las actividades cotidianas, lo que facilitará el seguimiento de las terapias y ayudará a disminuir las dificultades que suelen presentarse durante el tratamiento.

Además, esta propuesta puede motivar a la comunidad a interesarse por el uso de la tecnología en el área de la salud, abriendo la posibilidad de desarrollar nuevas iniciativas que contribuyan al bienestar y mejoren la calidad de vida de sus habitantes.

1.7.3. Impactos ecológicos

La puesta en marcha de esta aplicación contribuye a reducir la necesidad de movilización constante hacia centros de rehabilitación, disminuyendo así el consumo de combustible y las emisiones contaminantes. Este beneficio ecológico se complementa con el

uso de herramientas digitales que reemplazan materiales impresos como guías, registros o fichas de control.

De esta manera, se minimiza la generación de residuos y se optimiza el uso de recursos, fomentando prácticas más sostenibles dentro de la comunidad. A largo plazo, la reducción en el deterioro de materiales físicos y la disminución de desplazamientos representan un aporte importante al cuidado ambiental en la zona rural de La Bramadora.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico De La Investigación.

El marco teórico constituye la base conceptual que sustenta el desarrollo de la presente investigación. En este capítulo se recopilan y analizan los principales fundamentos científicos relacionados con el accidente cerebrovascular, la hemiparesia, la rehabilitación fisioterapéutica y las tecnologías aplicadas a la salud. Asimismo, se revisan los antecedentes históricos y los conceptos que respaldan el desarrollo de una aplicación móvil y una plataforma web como apoyo al proceso de telerehabilitación de pacientes atendidos en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora.

2.1. Antecedentes históricos.

2.2. Evolución de las Tecnologías de Información Aplicadas a la Salud

El avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha transformado la prestación de los servicios de salud, facilitando la gestión de la información clínica y mejorando la comunicación entre pacientes y profesionales. La incorporación de herramientas digitales ha permitido sustituir progresivamente los registros físicos por sistemas electrónicos que agilizan el almacenamiento, la consulta y el intercambio seguro de datos, contribuyendo a optimizar los procesos asistenciales (Bates & Singh, 2021).

El crecimiento del acceso a internet, la expansión del uso de teléfonos inteligentes y el desarrollo de los servicios en la nube impulsaron la aparición de nuevas estrategias de atención en salud. Estos avances conllevaron que tanto las aplicaciones móviles como las plataformas web empezaran a ser incorporadas como un complemento a la atención presencial. Con estas herramientas se puede dar seguimiento a los pacientes a distancia, consultar información clínica y comunicarse entre profesionales de la salud y usuarios. La (OMS) señala, en este sentido, que el uso de tecnologías digitales ayuda a ampliar la cobertura de los servicios sanitarios, sobre todo en contextos donde es limitado el acceso a la atención especializada.

De manera paralela, los dispositivos móviles han ido evolucionando e incorporando nuevas funciones. Gracias a estas capacidades, las aplicaciones dejaron de cumplir únicamente una función informativa y comenzaron a utilizarse como herramientas de apoyo para el seguimiento de tratamientos, el registro del progreso y la ejecución de ejercicios terapéuticos (Nouri, 2022).

En la actualidad, la integración de aplicaciones móviles con plataformas web ha dado lugar a sistemas que permiten al paciente realizar parte de su tratamiento desde el hogar

mientras el profesional supervisa su evolución de forma remota. Este modelo ha demostrado ser una alternativa que favorece la continuidad de la atención y fortalece el seguimiento terapéutico, especialmente en personas con enfermedades crónicas o limitaciones de movilidad. (Dorsey & Topol, 2020).

2.2.1. Antecedentes históricos del Accidente Cerebrovascular y su rehabilitación.

El accidente cerebrovascular ha sido estudiado desde la antigüedad; sin embargo, su comprensión y tratamiento han evolucionado significativamente con los avances de la medicina y las neurociencias. Actualmente, se define como una alteración repentina del flujo sanguíneo hacia el cerebro que provoca daño en el tejido cerebral y puede afectar funciones motoras, sensoriales, cognitivas y del lenguaje. Debido a sus consecuencias, el ECV constituye una de las principales causas de discapacidad en la población adulta. (American Heart Association, 2022).

El enfoque de la rehabilitación también ha experimentado importantes cambios. En sus inicios, los tratamientos se centraban principalmente en la repetición de movimientos; actualmente, las intervenciones se basan en el principio de la neuroplasticidad, entendido como la capacidad del sistema nervioso para reorganizarse y generar nuevas conexiones neuronales mediante la práctica constante de actividades funcionales. Este enfoque ha permitido mejorar los resultados obtenidos en pacientes con hemiparesia. (Winstein, 2021).

Los avances tecnológicos han favorecido el desarrollo de nuevas modalidades de rehabilitación, incorporando herramientas como aplicaciones móviles, plataformas web y sistemas de telerehabilitación que permiten complementar la atención presencial. Estas alternativas han adquirido especial importancia en zonas donde el acceso continuo a servicios especializados resulta limitado, facilitando el seguimiento del tratamiento desde el entorno domiciliario. (Virani, 2025).

En este contexto, la Organización Mundial de la Salud reconoce el potencial de las tecnologías digitales para ampliar el acceso a los servicios de rehabilitación y fortalecer la continuidad de la atención en personas con discapacidad, promoviendo modelos que integran el monitoreo y la comunicación entre el paciente y el profesional de salud (OMS, 2023).

2.2.3. Evolución de las Tecnologías Móviles y Plataformas Web para Rehabilitación.

Aunque las aplicaciones móviles centradas en la rehabilitación aparecieron hace algunos años, su uso se generalizó con el aumento del acceso a los teléfonos inteligentes y la creciente necesidad de tener en cuenta la distancia. Estas herramientas permiten al paciente seguir ejercicios guiados, acceder a información y controlar su progreso, lo que facilita la continuidad del tratamiento incluso fuera del entorno clínico (Pérez & López, 2021).

Hoy en día, la telerehabilitación integra aplicaciones móviles, plataformas web y servicios en la nube. Así se logra el intercambio de datos entre pacientes y especialistas. Esta unión concede mayor supervisión del tratamiento, rastreo del proceso clínico y un mejor acceso a los programas de rehabilitación. Esto es vital donde la atención es limitada (Suresh & Thomas, 2025).

El desarrollo reciente de tecnologías relacionadas con la visión por computadora y el análisis automatizado del movimiento ha ampliado las posibilidades de la rehabilitación digital, permitiendo incorporar funciones de evaluación y retroalimentación durante la ejecución de los ejercicios. (Mohamed & Samet, 2024). No obstante, la presente investigación se enfoca en el desarrollo de un sistema de telerehabilitación basado en una aplicación móvil y una plataforma web para el registro, seguimiento y monitoreo del proceso terapéutico, sin integrar algoritmos de inteligencia artificial para el análisis automático del movimiento.

En la actualidad, los sistemas de telerehabilitación integran aplicaciones móviles, plataformas web y servicios en la nube para facilitar el intercambio de información entre pacientes y profesionales. Gracias a esta integración, es posible llevar un mejor control del tratamiento, dar seguimiento al proceso clínico y ampliar el acceso a programas de rehabilitación, especialmente en lugares donde la atención presencial resulta más limitada (Rahman, 2024).

2.3. Antecedentes de investigación.

2.3.1. Aplicaciones móviles para rehabilitación de pacientes post-ECV.

En los últimos años, las aplicaciones móviles se han convertido en una herramienta de apoyo para los procesos de rehabilitación de pacientes que presentan secuelas de un accidente cerebrovascular. Su utilización permite que las personas continúen realizando parte de las actividades terapéuticas desde el hogar, favoreciendo la continuidad del tratamiento cuando

existen dificultades para asistir con frecuencia a un centro de rehabilitación. Diversos estudios indican que este tipo de aplicaciones contribuye a mejorar la adherencia al tratamiento al ofrecer instrucciones claras, ejercicios guiados y un seguimiento más organizado del progreso del paciente. (Martínez Pizarro & Sánchez Lozan, s.f.).

Las investigaciones también destacan que las aplicaciones orientadas a la rehabilitación suelen incorporar recursos como videos demostrativos, temporizadores, recordatorios y registros de las actividades realizadas. Estas funcionalidades facilitan la comprensión de los ejercicios y permiten que tanto el paciente como el profesional de salud puedan llevar un control del cumplimiento del tratamiento (Patel, 2021).

Algunos desarrollos más recientes han incorporado sensores presentes en los dispositivos móviles para registrar información relacionada con el movimiento del usuario. Sin embargo, estas características corresponden a aplicaciones especializadas y representan una línea de investigación que continúa en desarrollo. Más allá de estas funciones, la literatura coincide en que el principal aporte de las aplicaciones móviles radica en facilitar la práctica constante de los ejercicios terapéuticos y fortalecer la continuidad del proceso de rehabilitación (Lobo, 2024).

De manera general, los estudios consultados señalan que las aplicaciones móviles no sustituyen la intervención del fisioterapeuta, sino que constituyen una herramienta complementaria que favorece la realización de las actividades prescritas y contribuye a mantener la participación activa del paciente entre las sesiones presenciales. Esta continuidad resulta especialmente importante en la recuperación funcional de personas con hemiparesia, donde la práctica constante desempeña un papel fundamental (Actualizaciones en el aprendizaje motor: Implicaciones para la práctica y la formación de fisioterapeutas, 2021).

2.3.2. Telerehabilitación y seguimiento remoto por especialistas.

La telerehabilitación ha adquirido mayor relevancia como una alternativa para complementar la atención fisioterapéutica, especialmente en pacientes que presentan dificultades para desplazarse hasta un centro especializado. Este modelo utiliza herramientas digitales para facilitar la comunicación entre el paciente y el profesional de salud, permitiendo realizar seguimiento al tratamiento sin reemplazar completamente la atención presencial. (Bakas, 2021).

Diversas investigaciones muestran que el seguimiento remoto favorece el monitoreo continuo de la evolución del paciente y facilita que el fisioterapeuta realice ajustes en las rutinas terapéuticas cuando sea necesario. Asimismo, permite registrar información relacionada con el cumplimiento de las actividades prescritas, contribuyendo a una mejor organización del tratamiento y fortaleciendo la continuidad del proceso de rehabilitación (Park, 2024).

Otro aspecto ampliamente analizado corresponde a la aceptación de estas herramientas por parte de los usuarios. Los resultados indican que los pacientes valoran positivamente la posibilidad de recibir acompañamiento profesional desde su domicilio, ya que disminuyen los desplazamientos y facilitan el acceso a la información relacionada con su tratamiento. Del mismo modo, los especialistas consideran que estas tecnologías representan un apoyo para mantener el seguimiento de sus pacientes cuando las consultas presenciales no pueden realizarse con la frecuencia requerida. (Maresca, 2022).

En conjunto, estas investigaciones respaldan el uso de la telerehabilitación como un complemento de la fisioterapia convencional, especialmente en pacientes con hemiparesia, quienes requieren un seguimiento constante durante su proceso de recuperación (Sicilia, 2023).

2.3.3. Sistemas híbridos: aplicación móvil y plataforma web para monitoreo clínico.

Entre las investigaciones revisadas se encuentra el sistema ReMoS (Rehabilitation Monitoring System), desarrollado con el propósito de apoyar el seguimiento de pacientes mediante una aplicación móvil y un panel web para el especialista. Los resultados obtenidos muestran que la integración de ambas herramientas facilita el registro de la información terapéutica y mejora el control del proceso de rehabilitación por parte del profesional. (Rahman, 2024).

Otro trabajo relevante corresponde al proyecto TeleStroke Rehab, desarrollado en España, donde se evaluó el uso de una plataforma digital para el seguimiento de pacientes con secuelas de accidente cerebrovascular. Los autores concluyen que la supervisión remota permitió realizar un monitoreo más constante de la evolución de los pacientes y facilitar la adaptación del tratamiento de acuerdo con sus necesidades (Khan, 2021).

Otra investigación destacada es el proyecto “TeleStroke Rehab”, desarrollado en España, el cual demostró que el seguimiento remoto mediante plataforma web mejora la progresión terapéutica de los pacientes con afectación de extremidad superior. Los autores enfatizan que la supervisión continua permite realizar ajustes semanales en el plan terapéutico,

lo que acelera los avances funcionales respecto a modelos no supervisados. (García-Molina, 2025).

En general, las investigaciones analizadas coinciden en que la integración de una aplicación móvil con una plataforma web favorece la organización del tratamiento, fortalece la comunicación entre el paciente y el fisioterapeuta y contribuye al seguimiento continuo del proceso de rehabilitación, aspectos que resultan especialmente relevantes para personas que viven en comunidades alejadas de los centros especializados (Morales, 2022).

2.3.4. Investigaciones regionales sobre tecnología en rehabilitación.

En América Latina, las investigaciones sobre tecnologías aplicadas a la rehabilitación han crecido de manera notable en los últimos cinco años, impulsadas por la necesidad de ampliar la cobertura terapéutica en zonas rurales. En Chile, varios estudios han demostrado que las aplicaciones móviles diseñadas localmente son efectivas para mejorar la función motora en pacientes con limitaciones post-ECV, especialmente en intervenciones de extremidad superior. (Asqui, s.f.).

En Colombia, las investigaciones se han centrado principalmente en la aceptación de tecnologías móviles en adultos mayores. Los resultados indican una alta disposición al uso siempre que las interfaces sean simples, con botones amplios y navegación lineal. Estos hallazgos son relevantes para el diseño de aplicaciones orientadas a rehabilitación, ya que la mayoría de los pacientes post-ECV son adultos mayores. (Liu, Yin, Tan, Ngiam, & Teo, 2021).

Para Ecuador, ciertas universidades, han presentado ideas conectadas a la telerehabilitación, puntualmente enfocadas a zonas rurales. La Universidad de Cuenca, por ejemplo, llevado a cabo investigaciones dirigidas a sopesar si es factible hacer seguimiento a distancia utilizando portales en internet (Universidad de Cuenca, 2021). Estos estudios, señalan que la adopción de instrumentos digitales podría ayudar a que los pacientes sean más persistente en sus tratamientos y, así mismo, reducir costes de desplazamiento, algo comúnmente un obstáculo para quien padece hemiparesia.

Al revisar estas investigaciones realizadas en la región, se puede observar que el uso de tecnologías en rehabilitación física ha ido creciendo en América Latina. Sin embargo, su aplicación en entornos comunitarios todavía es limitada. Esto refuerza la necesidad de desarrollar soluciones accesibles, intuitivas y adaptadas a las condiciones culturales y tecnológicas del país.

2.4. Definiciones conceptuales

2.4.1. Aplicaciones móviles.

Las aplicaciones móviles son programas informáticos diseñados para funcionar en dispositivos como teléfonos inteligentes y tabletas, permitiendo a los usuarios realizar distintas actividades a través de interfaces pensadas para un uso sencillo. Debido a lo prácticas que resultan en el día a día, actualmente se utilizan en diversos campos como la salud, la educación, el comercio y la comunicación (Peña & Vargas).

Dentro del área de la salud, las aplicaciones móviles se han convertido en un apoyo importante para procesos de prevención, tratamiento y seguimiento de enfermedades. A través de estas herramientas, los usuarios pueden consultar información, recibir recordatorios, registrar datos sobre su estado de salud y mantener contacto más frecuente con los profesionales encargados de su atención. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) el uso de tecnologías móviles contribuye al fortalecimiento de los servicios de salud, favoreciendo una atención más accesible y centrada en las necesidades del paciente.

Con el avance de las tecnologías digitales, las aplicaciones móviles han incorporado nuevas funcionalidades, como el almacenamiento local de información, la sincronización con servicios en la nube y la posibilidad de ejecutarse en diferentes sistemas operativos mediante un único desarrollo. Estas características han permitido ampliar su utilización en proyectos de telerehabilitación y seguimiento clínico, facilitando el acceso a herramientas terapéuticas desde cualquier lugar (Ionic Framework, 2023).

2.4.1.1. Tipos de aplicaciones móviles

a) Aplicaciones nativas

Las aplicaciones nativas son aquellas desarrolladas específicamente para un sistema operativo, como Android o iOS, utilizando los lenguajes y herramientas propias de cada plataforma. Así es como funcionan con más fluidez, sacando mejor provecho de las cualidades del aparato. Aun así, su creación necesita ser distinta para cada sistema, lo que puede hacer el tiempo y el empeño mayor para su puesta en marcha y cuidarla.

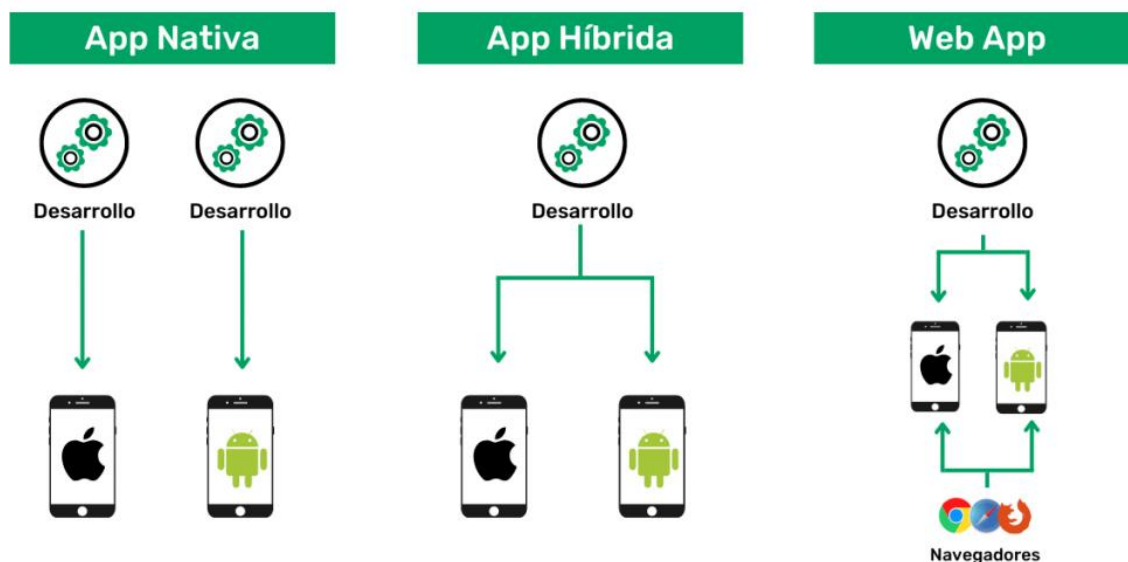
b) Aplicaciones híbridas.

Las aplicaciones híbridas, que de otro modo se llaman multiplataforma, juntan aspectos del desarrollo web junto a elementos nativos de los dispositivos móviles. A menudo se fabrican usando lenguajes como HTML CSS y JavaScript, y después se modifican para operar en varios sistemas operativos.

c) Aplicaciones Web.

No es necesario instalar aplicaciones web en el dispositivo, ya que funcionan directamente desde un navegador. Se pueden usar desde cualquier dispositivo con acceso a internet y están desarrolladas con tecnologías como HTML, CSS y JavaScript.

Figura 2. *Tipos de aplicaciones móviles.*



Fuente: EMMA-Parte de Arkana.

2.4.2. Plataforma web.

Una plataforma web es un sistema informático al que se accede mediante un navegador de internet y que permite gestionar, almacenar y consultar información desde diferentes dispositivos conectados a la red. En el área de la salud, estas plataformas ayudan a organizar la información clínica, hacer seguimiento a los pacientes y apoyar la toma de decisiones por parte de los profesionales. Todo esto permite que la atención sea más ordenada y eficiente (Llorens R. , 2021).

Dentro de los procesos de rehabilitación, las plataformas web sirven como un apoyo para el fisioterapeuta. A través de ellas, es posible revisar la información que registra el paciente, observar su evolución y organizar las actividades terapéuticas que debe realizar. Su

utilización favorece la continuidad del tratamiento, especialmente cuando parte de la rehabilitación se desarrolla en el domicilio del paciente.

2.4.2.1. Funciones principales.

Las plataformas web destinadas a la rehabilitación física incorporan diferentes funcionalidades que facilitan el seguimiento del proceso terapéutico y la administración de la información clínica. Estas herramientas permiten que el profesional supervise el avance de los pacientes y mantenga un control organizado de las actividades realizadas durante la rehabilitación.

a) Administración de pacientes.

La plataforma, sencillamente, hace que registrar y revisar los detalles de cada paciente sea más fácil. Así, incluidos esos datos personales, historial y notas médicas. ¡Y tampoco olvidemos la trayectoria de los ejercicios prescritos! Lo que esto posibilita es, francamente, una supervisión más diáfana de cada situación y una mejor organización de los datos mientras dura el trayecto curativo (Hernández S. , 2022).

b) Expediente Terapéutico.

El sistema registra los datos referentes a las intervenciones efectuadas por el paciente y la mejora conseguida a lo largo del proceso. De esta manera, el fisioterapeuta puede comprobar si se están cumpliendo las rutinas indicadas y hacer un seguimiento más cercano del proceso de recuperación (Rahman, 2024).

c) Visualización del progreso.

La plataforma muestra los datos registrados de forma ordenada, lo que permite al fisioterapeuta observar cómo ha sido el avance del paciente. Esta información resulta útil para evaluar el tratamiento y realizar cambios cuando sea necesario (Sicilia, 2023).

d) Notificaciones y recomendaciones.

La plataforma puede incluir opciones para registrar observaciones y enviar recomendaciones relacionadas con el tratamiento. Esto favorece la continuidad de la rehabilitación al mantener una mejor comunicación entre el paciente y el profesional (Borges, 2022).

e) Comunicación profesional y paciente.

Las plataformas digitales posibilitan una comunicación notablemente más frecuente entre el profesional de la salud y el paciente. Esto se logra mediante un dinámico intercambio de información valiosa sobre el tratamiento (OMS, 2021).

2.4.3. Rehabilitación fisioterapéutica.

La rehabilitación fisioterapéutica comprende un conjunto de intervenciones orientadas a recuperar la movilidad, mejorar la funcionalidad y favorecer la independencia de las personas que presentan alteraciones del sistema neuromusculoesquelético. En pacientes con hemiparesia posterior a un accidente cerebrovascular, el tratamiento busca fortalecer el control motor, mejorar el equilibrio y facilitar la reincorporación a las actividades de la vida diaria mediante ejercicios planificados y supervisados (Langhorne P. B., 2021).

En la actualidad, las herramientas tecnológicas complementan la atención fisioterapéutica al facilitar el acceso a rutinas de ejercicios, el registro del progreso y el seguimiento por parte del profesional de salud. Estas soluciones no reemplazan la terapia presencial, sino que contribuyen a mantener la continuidad del tratamiento, especialmente cuando el paciente realiza parte de la rehabilitación desde su domicilio (Cramer S. , Digital therapeutics in neurorehabilitation. Nature Reviews Neurology., 2021).

2.4.3.1. Principios fundamentales

Los principios de la rehabilitación fisioterapéutica orientan el diseño de programas terapéuticos dirigidos a recuperar la función motora en pacientes con hemiparesia. Su aplicación permite estructurar ejercicios acordes con las necesidades de cada persona y favorecer una recuperación progresiva mediante la práctica constante y el seguimiento profesional (Langhorne, Bernhardt, & Kwakkel, 2021).

a) Repetición intensiva

La práctica repetida de movimientos funcionales ayuda a que el paciente vaya recuperando habilidades motoras y favorece cambios en el sistema nervioso relacionados con el aprendizaje. Realizar los ejercicios de forma constante permite mejorar poco a poco el control muscular y la coordinación, aspectos clave después de un accidente cerebrovascular (Manzano Gallegos, 2024).

b) Especificidad de la tarea

Los ejercicios deben centrarse en actividades que el paciente necesita para su vida diaria, como movimientos básicos que forman parte de su rutina. De esta manera, lo que se trabaja durante la rehabilitación resulta más útil y puede aplicarse con mayor facilidad en su entorno cotidiano (Smith, 2025).

c) Retroalimentación

La retroalimentación permite que el paciente conozca si está realizando correctamente los ejercicios y favorece la corrección de errores durante el proceso de aprendizaje. Esta puede proporcionarse mediante las indicaciones del fisioterapeuta o mediante herramientas digitales que apoyen el seguimiento del tratamiento (Sundar, 2025).

d) Ejecución guiada

La correcta orientación durante la realización de los ejercicios contribuye a disminuir errores técnicos y favorece una práctica más segura. Las instrucciones proporcionadas por el fisioterapeuta y el apoyo de recursos digitales, como videos explicativos, facilitan que el paciente continúe con su rehabilitación desde el hogar (Murie-Fernández, 2022).

e) Progresión gradual

El programa terapéutico debe adaptarse progresivamente a la evolución del paciente, aumentando la dificultad de los ejercicios conforme mejora su capacidad funcional. Esta progresión favorece una recuperación segura y contribuye a mantener la motivación durante el tratamiento (Creative Commons, 2021).

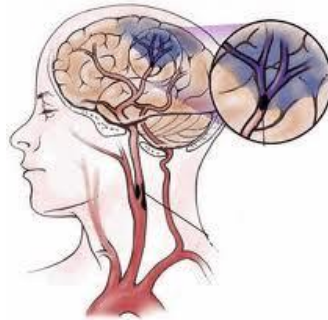
2.4.4. Hemiparesia post-ECV

La hemiparesia es una alteración neurológica caracterizada por la disminución de la fuerza y del control motor en un lado del cuerpo como consecuencia de un accidente cerebrovascular. Esta condición afecta la movilidad, el equilibrio y la coordinación, dificultando la realización de actividades cotidianas como caminar, vestirse o alimentarse de manera independiente (Association, 2023).

Debido a estas limitaciones, es necesario que el paciente siga un proceso de rehabilitación constante que le ayude a recuperar su funcionalidad y a evitar complicaciones derivadas de la falta de movimiento. En este contexto, la fisioterapia, junto con el uso de

herramientas tecnológicas que apoyen el seguimiento del tratamiento, puede ayudar a que la persona mantenga su proceso de recuperación y mejore su calidad de vida.

Figura 3. *Hemiplejia o hemiplejía.*



Fuente: EcuRed

La hemiparesia impacta de modo considerable la facultad de alguien para abordar ocupaciones diarias que incluyen desplazarse, manejar menesteres o efectuar labores de higiene personal. Por si fuera poco, el decaimiento de la potencia muscular, esta circunstancia podría trastocar el balance, la armonía y la ordenación de los traslados, catapultando el peligro de caídas y menguando la autosuficiencia operativa del que sufre.

Diversos estudios indican que la recuperación puede mejorar cuando la rehabilitación se inicia de forma temprana y se mantiene de manera continua mediante programas estructurados y orientados a objetivos específicos. Por el contrario, la interrupción del tratamiento puede retrasar la recuperación funcional y aumentar el grado de dependencia a largo plazo (Winstein, 2021).

2.4.4.1. Manifestaciones principales.

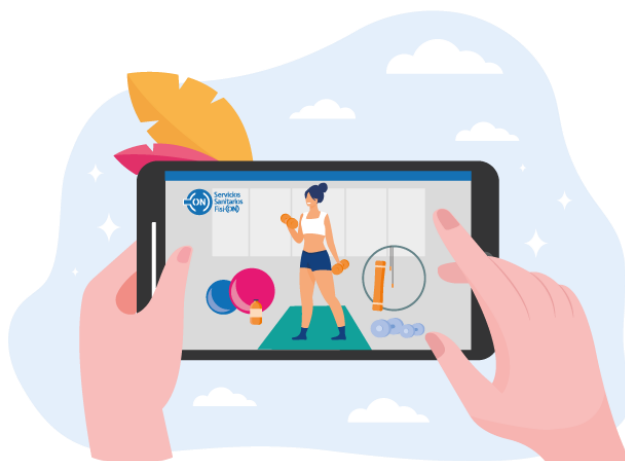
Las manifestaciones de la hemiparesia varían según la localización y la gravedad de la lesión cerebral. Entre las más frecuentes se encuentran la disminución de la fuerza muscular en un lado del cuerpo, alteraciones en la coordinación de los movimientos, espasticidad, dificultades para mantener el equilibrio y cambios en el patrón de la marcha. Asimismo, algunos pacientes presentan fatiga durante la realización de actividades físicas y dolor asociado a compensaciones posturales, factores que pueden afectar su desempeño en las actividades de la vida diaria y hacer necesario un programa de rehabilitación individualizado (Sicilia, 2023).

2.4.4.2. Telemedicina y telerehabilitación.

la comunicación entre pacientes y profesionales sin necesidad de que ambos se encuentren en el mismo lugar. Para ello se emplean recursos como plataformas web, aplicaciones móviles, videoconferencias y otros medios tecnológicos que facilitan el intercambio de información clínica. La Organización Mundial de la Salud reconoce esta modalidad como una alternativa para fortalecer la continuidad de la atención, especialmente en comunidades con dificultades de acceso a los servicios de salud (OMS, 2021).

La telerehabilitación es una modalidad de aplicación de la telemedicina en el ámbito de la rehabilitación física. Mediante esta metodología los pacientes son capaz de ejecutar sus rutinas de ejercicio, recibir la guía de un profesional de la salud y vigilar sus avances sin tener que desplazarse físicamente (Chen, 2022).

Figura 4. *Telerehabilitación.*



Fuente: Grupo Sanitario Fisi(ON).

La incorporación de herramientas digitales en la rehabilitación permite fortalecer la comunicación entre el fisioterapeuta y el paciente, facilitar el acceso a rutinas terapéuticas y mantener un seguimiento del proceso de recuperación. Estas tecnologías representan un apoyo para la atención presencial y contribuyen a mejorar la organización del tratamiento cuando se utilizan de manera complementaria (Llorens R. N., 2022).

2.4.4.2.1. Componentes de la telerehabilitación.

La telerehabilitación integra diferentes elementos tecnológicos que permiten complementar el tratamiento fisioterapéutico y facilitar el seguimiento del paciente desde su domicilio. La combinación de estos componentes favorece la continuidad del proceso

terapéutico y fortalece la comunicación entre el paciente y el profesional de salud (Rahman, 2024).

a) Ejercicios guiados mediante imágenes e instrucciones.

Los ejercicios guiados constituyen uno de los componentes principales de la telerehabilitación, ya que orientan al paciente durante la ejecución de cada actividad terapéutica. En este tipo de aplicaciones se utilizan imágenes ilustrativas acompañadas de instrucciones claras, recomendaciones y observaciones que facilitan la comprensión del ejercicio y ayudan a realizarlo correctamente desde el hogar. Este recurso resulta especialmente útil para pacientes con hemiparesia, ya que les proporciona una guía sencilla y accesible durante su proceso de rehabilitación (Cramer S. C., 2021).

b) Material de apoyo para la rehabilitación.

Además de las imágenes ilustrativas, la aplicación proporciona indicaciones, recomendaciones y observaciones relacionadas con cada ejercicio. Esta información ayuda al paciente a comprender el objetivo de la actividad, conocer la forma adecuada de ejecutarla y considerar las precauciones necesarias durante la rehabilitación. Contar con instrucciones claras favorece una práctica más segura y fortalece la continuidad del tratamiento (Galea, 2023).

c) Monitoreo remoto mediante plataforma web.

El monitoreo remoto permite que el fisioterapeuta consulte, a través de la plataforma web, la información registrada por los pacientes durante el desarrollo de las rutinas de rehabilitación. Esto facilita el seguimiento del tratamiento, la revisión del progreso alcanzado y la organización de la información clínica, favoreciendo una atención más continua y personalizada (Llorens R. C., 2022).

d) Retroalimentación profesional continua.

La interacción comunicacional entre el especialista y el usuario reviste una importancia capital durante todo el proceso de rehabilitación. A través de la plataforma en línea, el profesional de la salud tiene la facultad de examinar los datos que se van anotando, emitir comentarios puntuales y otorgar orientaciones atinentes a los ejercicios pautados. (Bernal, 2023).

e) Registro automático del progreso para evaluar resultados clínicos.

El sistema registra la información generada por el paciente cada vez que realiza sus rutinas de rehabilitación. Estos datos permiten al fisioterapeuta revisar la evolución del tratamiento, comprobar si las actividades planificadas se están cumpliendo y contar con un historial organizado que facilite el seguimiento clínico de cada paciente (Sicilia, 2023).

2.4.5. Experiencia de usuario (UX) y accesibilidad.

La experiencia de usuario (UX) hace referencia a la forma en que una persona interactúa con una aplicación y a la percepción que tiene durante su utilización. En aplicaciones destinadas al ámbito de la salud, el diseño debe facilitar una navegación sencilla, intuitiva y comprensible, especialmente cuando los usuarios presentan limitaciones motoras, visuales o cognitivas. En pacientes con hemiparesia post-ECV, estas características contribuyen a que la herramienta pueda utilizarse con mayor facilidad y autonomía (Norman, 2020).

Figura 5. Esquema de la norma ISO 9241.



Fuente: ALEKVS

Un diseño accesible incorpora elementos que facilitan la interacción del usuario, como botones de tamaño adecuado, tipografía legible, colores con buen contraste y una navegación organizada. Estas características reducen los errores durante el uso de la aplicación y favorecen una mejor experiencia para pacientes y cuidadores (Santos L. &., 2021).

La norma ISO (9241-210, 2022) establece principios para el diseño centrado en el usuario, promoviendo el desarrollo de interfaces accesibles, eficientes y fáciles de utilizar. En aplicaciones orientadas a la rehabilitación, estos principios contribuyen a que los pacientes puedan acceder a las rutinas de ejercicios, consultar las recomendaciones y completar las actividades de forma más sencilla, incluso cuando presentan limitaciones funcionales (ISO/IEC, 2022).

Asimismo, una interfaz clara y bien estructurada favorece la continuidad del tratamiento, reduce la frustración durante el uso de la aplicación y mejora la experiencia del usuario, aspectos fundamentales para mantener la adherencia al proceso de rehabilitación (Kuriakose, 2023).

2.4.6. Seguridad y privacidad de datos en sistemas de salud.

Los sistemas digitales utilizados en el ámbito sanitario deben garantizar la protección de la información clínica mediante principios como la confidencialidad, la integridad, la disponibilidad, la autenticación y la trazabilidad. Estos aspectos permiten proteger los datos personales de los pacientes y asegurar un manejo responsable de la información almacenada en aplicaciones móviles y plataformas web (ISO/IEC, 2022).

La confidencialidad garantiza que únicamente los usuarios autorizados puedan acceder a la información clínica; la integridad asegura que los datos no sean modificados de manera no autorizada; mientras que la disponibilidad permite que la información esté accesible cuando sea necesaria para el seguimiento del paciente. Por su parte, la autenticación verifica la identidad de los usuarios y la trazabilidad permite registrar las acciones realizadas dentro del sistema, fortaleciendo el control sobre la información clínica (Carter, 2021).

En el ámbito internacional, la normativa HIPAA constituye uno de los principales referentes para la protección de la información médica. Aunque corresponde a la legislación de los Estados Unidos, sus lineamientos sirven como referencia para el desarrollo de sistemas de salud digital, promoviendo prácticas relacionadas con el acceso seguro a la información, la protección de los datos y la privacidad de los pacientes (Services, 2023).

2.5. Conclusiones del Marco Teórico.

El marco teórico reunió los conceptos tecnológicos, clínicos y metodológicos que sirvieron como base para el desarrollo de la aplicación móvil y la plataforma web planteadas en esta investigación. La revisión de los estudios y trabajos relacionados permitió comprender que el uso de herramientas digitales puede apoyar el seguimiento de los tratamientos de rehabilitación y facilitar el acceso a este tipo de servicios, sobre todo en comunidades donde la atención especializada es más difícil de obtener (Li, 2022).

Asimismo, el análisis de conceptos relacionados con las aplicaciones móviles, las plataformas web, la rehabilitación fisioterapéutica, la hemiparesia post-ECV y la experiencia de usuario permitió identificar los elementos necesarios para el diseño de una herramienta accesible y orientada a las necesidades de pacientes y profesionales de la salud. En este contexto, el uso de imágenes ilustrativas, instrucciones claras, recomendaciones y el registro del progreso favorecen la continuidad del tratamiento y contribuyen al acompañamiento del proceso terapéutico (Cramer S. C., 2021).

Finalmente, el estudio de normas y lineamientos internacionales, como la ISO 9241-210, la ISO/IEC 27001 y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, pone de manifiesto la importancia de desarrollar sistemas que sean accesibles, protejan la información de los usuarios y estén diseñados pensando en sus necesidades. Estos criterios sirvieron como referencia para el desarrollo de la propuesta tecnológica presentada en esta investigación, integrada por una aplicación móvil dirigida a pacientes y una plataforma web destinada al fisioterapeuta, con el propósito de facilitar el seguimiento del proceso de rehabilitación (OMS, 2023).

CAPÍTULO III

3. Marco investigativo

3.1. Introducción

El presente capítulo describe la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación. Se presentan el enfoque, los tipos y métodos de investigación, las fuentes de información, las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos, así como la población objeto de estudio y el procedimiento seguido para el análisis de la información. Estos elementos permitieron comprender la problemática que enfrentan los pacientes con hemiparesia post-ECV y fundamentar el desarrollo de una aplicación móvil y una plataforma web orientadas a apoyar el proceso de rehabilitación domiciliaria.

3.2. Enfoque de la investigación.

3.2.1. Enfoque mixto cualitativo y cuantitativo.

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, ya que combinó técnicas cuantitativas y cualitativas con el propósito de obtener una visión más amplia del problema de estudio. El enfoque cuantitativo permitió recopilar información mediante encuestas aplicadas a pacientes y cuidadores, mientras que el enfoque cualitativo se apoyó en la entrevista realizada a la especialista en fisioterapia, lo que facilitó conocer su experiencia, criterios profesionales y necesidades relacionadas con el proceso de rehabilitación.

La integración de ambos enfoques permitió contrastar la información obtenida desde diferentes perspectivas, comprender mejor la realidad del contexto estudiado y fortalecer el análisis de los resultados. De acuerdo con (George T. , 2021) esta combinación también contribuyó al diseño de una solución tecnológica ajustada a las necesidades identificadas durante la investigación.

La elección de un enfoque mixto se justifica por la necesidad de abordar los problemas clínicos en la rehabilitación y los retos tecnológicos para implementar el diseño de la aplicación y la plataforma web de monitoreo (University, 2023).

3.3. Tipo de investigación

3.3.1. Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica constituyó una etapa fundamental del estudio, ya que permitió recopilar y analizar información proveniente de artículos científicos, libros especializados, tesis, normas internacionales, guías clínicas y documentación técnica

relacionada con la rehabilitación neurológica, la telerehabilitación y el desarrollo de aplicaciones móviles y plataformas web para el ámbito de la salud.

La información recopilada sirvió para construir el marco teórico, conocer el estado actual del tema de investigación y sustentar científicamente la propuesta desarrollada. Además, permitió identificar experiencias previas, tendencias y buenas prácticas que orientaron el diseño de la solución tecnológica. Según (Tramullas, 2020), la revisión bibliográfica facilita la identificación de tendencias y la consolidación del conocimiento existente, mientras que (Lopez-Medina, 2022) destaca su importancia para fundamentar investigaciones basadas en evidencia científica actualizada.

3.3.2. Investigación de campo

La investigación de campo permitió obtener información directamente en el entorno donde se desarrolla la problemática estudiada. Este tipo de investigación facilitó conocer las condiciones reales de los pacientes con hemiparesia post-ECV, el papel que desempeñan los cuidadores durante la rehabilitación y las necesidades identificadas por la especialista en fisioterapia.

Para obtener la información se utilizaron encuestas, entrevistas semiestructuradas y observación directa. A través de estas técnicas fue posible conocer las dificultades que enfrentan los pacientes durante su rehabilitación en el hogar, el acceso que tienen a dispositivos móviles, su nivel de manejo de herramientas digitales, las condiciones del entorno y el grado de cumplimiento de las terapias. Los datos recopilados permitieron comprender con mayor claridad la situación estudiada y sirvieron de base para establecer las funciones que debía incorporar la aplicación móvil y la plataforma web desarrolladas en esta investigación (Creswell, 2022; Toala, 2021).

3.4. Métodos de investigación.

3.4.1. Método inductivo.

El método inductivo permitió analizar la información obtenida mediante la observación directa, las encuestas aplicadas a pacientes y cuidadores, y la entrevista realizada a la especialista en fisioterapia. A partir de estos datos fue posible identificar necesidades comunes, dificultades en el proceso de rehabilitación, barreras de acceso a los servicios terapéuticos y requerimientos para el desarrollo de la solución tecnológica.

Este método facilitó la formulación de conclusiones generales basadas en las experiencias de los participantes, las cuales sirvieron de apoyo para definir las funcionalidades de la aplicación móvil y la plataforma web (Silva, 2021).

3.4.2. Método deductivo.

El método deductivo se empleó para analizar teorías, conceptos y antecedentes científicos relacionados con la rehabilitación neurológica, la telerehabilitación, el diseño de aplicaciones móviles y la seguridad de la información en sistemas de salud. A partir de estos fundamentos teóricos fue posible establecer criterios que orientaron el diseño y desarrollo de la solución tecnológica propuesta (Gómez, 2022).

3.4.3. Método analítico y sintético.

El método analítico permitió estudiar por separado los diferentes elementos que intervienen en la problemática investigada, como las necesidades de los pacientes, el proceso de rehabilitación, las funciones del especialista y las condiciones tecnológicas del entorno.

Posteriormente, mediante el método sintético, toda esta información fue integrada para estructurar una solución tecnológica compuesta por una aplicación móvil dirigida a pacientes y una plataforma web destinada al seguimiento realizado por la especialista. Esta integración permitió desarrollar una propuesta coherente con las necesidades identificadas durante la investigación (Ramos, 2023).

3.4.4. Método de campo / observación directa.

La observación directa permitió conocer las condiciones reales en las que los pacientes realizan su proceso de rehabilitación domiciliaria. Mediante esta técnica se identificaron aspectos relacionados con el espacio disponible para ejecutar los ejercicios, el apoyo brindado por los cuidadores, las dificultades motoras y las limitaciones tecnológicas presentes en el entorno.

La información obtenida complementó los datos recopilados mediante las encuestas y entrevistas, permitiendo comprender de manera más amplia el contexto en el que se desarrolló la investigación (Torres, 2021).

3.4.5. Validación piloto.

Una vez desarrollada la aplicación móvil y la plataforma web, se realizó una prueba piloto con el propósito de evaluar el funcionamiento general del sistema, la facilidad de uso, la

navegación entre las diferentes pantallas y la comprensión de las instrucciones presentadas a los usuarios.

Los resultados obtenidos permitieron identificar aspectos susceptibles de mejora antes de la implementación definitiva, contribuyendo a fortalecer la funcionalidad y la usabilidad del sistema desarrollado (McGarry J. , 2021).

3.4.6. Método de Diseño Centrado en el Usuario (DCU – ISO 9241-210)

El Método de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), basado en la norma ISO (9241-210, 2022), fue aplicado durante el desarrollo de la aplicación móvil y la plataforma web con el propósito de que ambas herramientas respondieran a las necesidades reales de los usuarios. Este enfoque permitió considerar las características de los pacientes, sus cuidadores y la especialista en fisioterapia durante todas las etapas del diseño, priorizando la facilidad de uso, la accesibilidad y la comprensión de las interfaces.

De acuerdo con la ISO (9241-210, 2022), un sistema diseñado bajo este enfoque debe adaptarse al contexto en el que será utilizado, considerar las capacidades y limitaciones de los usuarios y someterse a evaluaciones continuas que permitan mejorar su usabilidad. Estos principios fueron tomados en cuenta durante el desarrollo de la solución tecnológica propuesta.

3.5. Fuentes de información de datos

Las fuentes de información constituyen un componente esencial dentro del proceso investigativo, ya que proporcionan los datos necesarios para comprender el problema de estudio y sustentar el desarrollo de la investigación. En este trabajo se utilizaron fuentes primarias y secundarias, lo que permitió complementar la información obtenida directamente de los participantes con el conocimiento científico disponible sobre rehabilitación, telerehabilitación y desarrollo de tecnologías aplicadas al área de la salud (Herrera, 2021).

3.5.1. Fuentes primarias y secundarias

La información primaria fue obtenida mediante la aplicación de encuestas estructuradas dirigidas a pacientes y cuidadores, entrevistas semiestructuradas realizadas a la especialista en fisioterapia y la observación directa del entorno domiciliario y de las rutinas de rehabilitación. Estas técnicas permitieron identificar necesidades clínicas, limitaciones motoras, dificultades para acceder a los servicios de rehabilitación presencial, nivel de alfabetización digital y los

requerimientos funcionales necesarios para el diseño de la aplicación móvil y la plataforma web.

Las fuentes primarias constituyen un elemento fundamental en la investigación porque permiten conocer el fenómeno desde la experiencia directa de las personas involucradas, aportando información útil para el diseño de soluciones tecnológicas orientadas al área de la salud (Hernández-Sampieri, 2021).

Por otra parte, las fuentes secundarias estuvieron conformadas por artículos científicos indexados, libros especializados, tesis, normas internacionales, guías clínicas y documentación técnica relacionada con la telerehabilitación, la rehabilitación neurológica, el diseño centrado en el usuario, la accesibilidad digital y la seguridad de la información en sistemas de salud.

La consulta de estas fuentes permitió construir el marco teórico, conocer el estado actual del tema investigado y fundamentar el desarrollo de la solución tecnológica propuesta. Además, facilitó la comparación entre los resultados obtenidos en el trabajo de campo y los hallazgos reportados en investigaciones previas, garantizando que la propuesta estuviera respaldada por evidencia científica actualizada (Martínez, 2022).

3.6. Estrategia operacional para la recolección de datos

Con el propósito de obtener información confiable y pertinente para el desarrollo de la investigación, se diseñó una estrategia de recolección de datos basada en técnicas que permitieran conocer la realidad de los pacientes con hemiparesia post-ECV, las necesidades de sus cuidadores y la perspectiva de la especialista en fisioterapia. Para ello se emplearon las siguientes técnicas:

- **Encuestas cuantitativas**, dirigidas a pacientes con hemiparesia post-ECV y a sus cuidadores principales, con el objetivo de conocer el nivel de adherencia terapéutica, el acceso a dispositivos móviles, la frecuencia de realización de ejercicios de fisioterapia en el hogar y el nivel de habilidades digitales.
- **Entrevistas cualitativas**, aplicadas a la especialista en fisioterapia neurológica, con la finalidad de identificar las necesidades clínicas, los criterios terapéuticos utilizados durante el proceso de rehabilitación, las dificultades existentes en el seguimiento domiciliario y los requerimientos funcionales que debía cumplir el sistema tecnológico propuesto.

- **Observación directa**, realizada en el entorno domiciliario de los pacientes, con la finalidad de evaluar las condiciones reales de ejecución de los ejercicios terapéuticos, el espacio físico disponible, el grado de apoyo brindado por el cuidador y las barreras del entorno, tales como limitaciones de conectividad o accesibilidad tecnológica.

La aplicación conjunta de estas técnicas permitió recopilar información desde diferentes perspectivas, favoreciendo una comprensión más amplia de la problemática estudiada y proporcionando los elementos necesarios para el diseño de la aplicación móvil y la plataforma web propuestas. Una estrategia de recolección de datos correctamente estructurada garantiza que la información obtenida sea válida, pertinente y coherente con los objetivos de la investigación (George T. , 2023).

3.6.1. Población, Segmentación, Técnica de muestreo y Tamaño de la muestra

3.6.1.1. Población

La población de una investigación está conformada por las personas que reúnen las características necesarias para aportar información relacionada con el problema que se estudia. Definir adecuadamente la población permite que los datos obtenidos respondan a la realidad del contexto investigado y sean útiles para alcanzar los objetivos planteados. Como señalan (Pérez, L. & Bissutti, J, 2021), la población debe guardar coherencia con los objetivos de la investigación y representar de manera directa el contexto donde se desarrolla el fenómeno de estudio.

En el presente trabajo, la población estuvo integrada por pacientes con diagnóstico de hemiparesia post-ECV que reciben atención en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora, junto con sus cuidadores principales, quienes participan de forma permanente en el proceso de rehabilitación realizado en el hogar. De igual manera, se contó con la participación de una especialista en fisioterapia del centro, quien aportó información relevante gracias a su experiencia profesional y al seguimiento que realiza a los pacientes durante su proceso de recuperación.

Para la recolección de la información participaron 16 pacientes, 16 cuidadores principales y una especialista en fisioterapia. La participación de estos actores permitió conocer la problemática desde diferentes perspectivas, tanto de quienes reciben la rehabilitación como de quienes brindan el acompañamiento y la atención profesional.

La selección de los participantes respondió a las características propias del estudio y fue posible gracias al apoyo de la especialista del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora, quien facilitó el contacto con los pacientes que cumplieran con los criterios establecidos para la investigación. Esto permitió obtener información relacionada con las dificultades que enfrentan durante su proceso de rehabilitación y con la necesidad de contar con una herramienta tecnológica que facilite el seguimiento terapéutico.

3.6.1.2. Segmentación o muestra

Debido a que la población del estudio estuvo conformada por un número reducido de participantes y fue completamente accesible para la investigación, se decidió trabajar con la totalidad de los pacientes, cuidadores y la especialista del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora. Por esta razón, se aplicó un censo poblacional, sin necesidad de seleccionar una muestra representativa.

En consecuencia, participaron el 100 % de los integrantes de la población, lo que permitió obtener información directa de todos los actores involucrados en el proceso de rehabilitación y disponer de una visión más completa de la realidad estudiada.

El colectivo que participó estuvo compuesto por dieciséis pacientes diagnosticados de hemiparesia de un ECV, también dieciséis cuidadores principales que estuvieran acompañando el proceso de rehabilitación en el domicilio, y una especialista experta quien es encargada del seguimiento y control de los tratamientos.

Los datos adquiridos de estos participantes permitieron comprender la problemática desde varias perspectivas. Los enfermos narraron su vivencia durante la rehabilitación, los cuidadores aportaron sus vivencias sobre el acompañamiento que ejecutan en el hogar y la especialista ofreció su opinión profesional referente al tratamiento y al seguimiento terapéutico. Contar con estas tres perspectivas enriqueció el desarrollo de la investigación y facilitó el análisis de la información recopilada durante el estudio.

Esta integración fortaleció el enfoque mixto de la investigación y favoreció la triangulación de la información obtenida durante el estudio. Aunque el muestreo constituye una técnica utilizada para seleccionar una parte representativa de la población cuando no es posible estudiar su totalidad, en esta investigación fue posible trabajar mediante un censo debido al

número reducido de participantes, garantizando así la representatividad de los resultados (Salgado, 2020).

3.6.1.3. Técnica de muestreo

Para la presente investigación se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que los participantes fueron seleccionados con el apoyo de la especialista del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora, quien facilitó el acceso a los pacientes con diagnóstico de hemiparesia post-ECV que se encontraban recibiendo atención durante el período de recolección de datos.

Las encuestas fueron aplicadas a los pacientes y a sus cuidadores principales que aceptaron participar voluntariamente en el estudio y que cumplían con los criterios establecidos para la investigación.

Por otra parte, la entrevista fue realizada mediante un muestreo intencional, seleccionando a la especialista en fisioterapia neurológica por su experiencia profesional y su participación directa en el proceso de rehabilitación de pacientes con hemiparesia post-ECV. Este tipo de muestreo resulta adecuado cuando se requiere obtener información especializada de personas con conocimientos y experiencia sobre el fenómeno investigado (Sucasaire, 2022).

3.6.1.4. Tamaño de la muestra

La muestra estuvo conformada por los participantes que colaboraron voluntariamente durante el proceso de investigación y que cumplían con los criterios establecidos para el estudio. Estuvo integrada por:

- 16 pacientes con diagnóstico de hemiparesia post-ECV.
- 16 cuidadores principales de los pacientes participantes.
- 1 especialista en fisioterapia neurológica.

La selección de los participantes se realizó con el apoyo del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora, considerando la disponibilidad de los pacientes y su aceptación para formar parte de la investigación.

3.6.2. Análisis de las herramientas de recolección de datos a utilizar

Para obtener la información necesaria durante el desarrollo de esta investigación se utilizaron dos herramientas de recolección de datos: la encuesta y la entrevista. La elección de

estos instrumentos respondió a la necesidad de recopilar información desde diferentes perspectivas, considerando tanto la experiencia de los pacientes y sus cuidadores como el criterio profesional de la especialista en fisioterapia.

La encuesta permitió reunir información relacionada con el proceso de rehabilitación que los pacientes realizan en sus hogares, mientras que la entrevista facilitó conocer la experiencia de la especialista, las dificultades que enfrenta durante el seguimiento terapéutico y los aspectos que debían considerarse para el desarrollo de la aplicación móvil y la plataforma web.

La información obtenida mediante ambos instrumentos permitió comprender de mejor manera la problemática estudiada y sirvió de base para definir las características y funcionalidades de la solución tecnológica propuesta.

3.6.2.1. Encuesta y Entrevista

3.6.2.1.1. Encuesta

De acuerdo con (Sánchez, 2025), la encuesta es un instrumento que permite recopilar información de manera organizada mediante un conjunto de preguntas previamente estructuradas, facilitando la obtención de datos relacionados con el fenómeno que se investiga.

En este trabajo, la encuesta fue aplicada a 16 pacientes con hemiparesia post-ECV y a 16 cuidadores principales, con el apoyo de la especialista del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora. Su aplicación permitió conocer aspectos relacionados con la frecuencia con la que los pacientes realizan sus ejercicios en casa, las dificultades que encuentran durante la rehabilitación, el acceso a dispositivos móviles y la percepción sobre el uso de una herramienta tecnológica como apoyo al tratamiento.

Los resultados obtenidos permitieron identificar necesidades comunes entre los participantes y proporcionaron información importante para definir las funciones que posteriormente fueron incorporadas en la aplicación móvil y en la plataforma web.

3.6.2.1.2. Entrevista

Según (González-Veja), la entrevista es una técnica de investigación que permite obtener información mediante un diálogo directo entre el investigador y el participante, favoreciendo la recopilación de opiniones, experiencias y conocimientos relacionados con el tema de estudio.

En la presente investigación se realizó una entrevista a la especialista en fisioterapia del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora, quien fue seleccionada por su experiencia en la atención de pacientes con hemiparesia post-ECV y por su conocimiento del proceso de rehabilitación que se desarrolla en la institución.

Durante la entrevista se abordaron aspectos relacionados con el seguimiento de los pacientes, las principales dificultades observadas durante la rehabilitación domiciliaria, las necesidades del proceso terapéutico y las características que debía incorporar la aplicación móvil y la plataforma web para brindar un apoyo adecuado tanto a los pacientes como al personal de salud.

3.6.2.2. Estructura de los instrumentos de recolección de datos aplicados

3.6.2.2.1. Estructura de la encuesta

La encuesta estuvo dirigida a los pacientes con hemiparesia post-ECV y a sus cuidadores principales que participaron en la investigación. Antes de su aplicación se explicó el propósito del estudio y se informó que los datos recopilados serían utilizados únicamente con fines académicos, garantizando en todo momento la confidencialidad de la información proporcionada.

El cuestionario estuvo integrado por preguntas cerradas y de opción múltiple, elaboradas para conocer aspectos relacionados con la rehabilitación domiciliaria. Entre los temas abordados se incluyeron la frecuencia con la que los pacientes realizan sus ejercicios, el nivel de acompañamiento recibido, las dificultades que se presentan durante la terapia en casa, el acceso a dispositivos móviles y la opinión de los participantes sobre el uso de una aplicación como apoyo al tratamiento.

3.6.2.2.2. Estructura de la entrevista.

La entrevista se realizó mediante un formato semiestructurado y estuvo dirigida a la especialista en fisioterapia del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora. Se elaboró previamente una guía con preguntas orientativas que sirvió para conducir la entrevista, dejando la posibilidad de que la especialista ampliara sus respuestas cuando lo considerara necesario.

Durante la conversación se abordaron aspectos relacionados con la rehabilitación de pacientes con hemiparesia post-ECV, las dificultades que surgen durante el seguimiento en el domicilio, la forma en que se planifican los tratamientos y la utilidad que podría tener una

herramienta tecnológica para apoyar el monitoreo y mantener una mejor comunicación con los pacientes.

3.6.2.2.3. Plan de recolección de datos

La recolección de la información se llevó a cabo con el apoyo de la especialista del Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora, quien facilitó el acercamiento a los pacientes y a sus cuidadores. Las encuestas fueron aplicadas a los participantes de acuerdo con su disponibilidad, utilizando un cuestionario previamente elaborado. Una vez recopilada la información, las respuestas fueron organizadas y tabuladas para facilitar su análisis e interpretación.

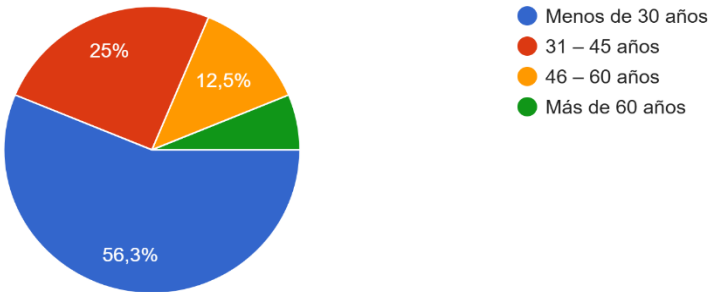
La entrevista con la especialista se realizó de forma presencial, una vez que aceptó participar voluntariamente en la investigación. La información obtenida durante este proceso se registró para su posterior revisión, lo que permitió reconocer los aspectos más importantes relacionados con la rehabilitación de los pacientes y las necesidades que debía cubrir la aplicación móvil junto con la plataforma web. Toda la información recopilada fue utilizada exclusivamente con fines académicos, procurando en todo momento proteger la identidad de los participantes y mantener la confidencialidad de sus datos.

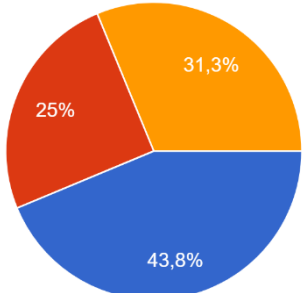
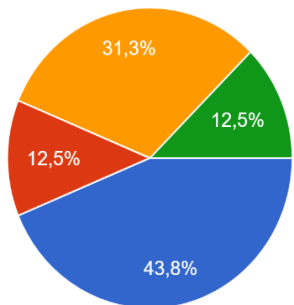
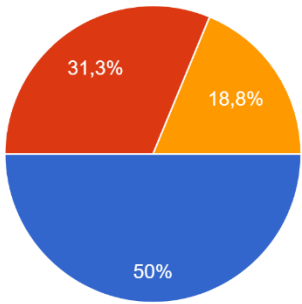
3.7. Análisis y presentación de resultados

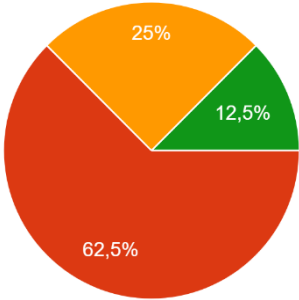
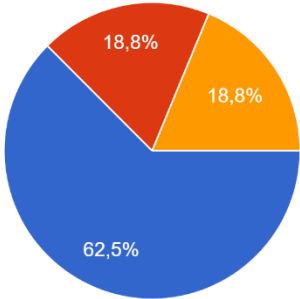
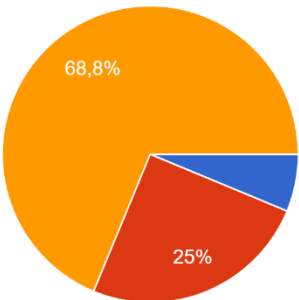
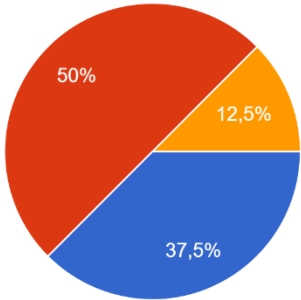
3.7.1. Tabulación y análisis de los datos de las encuestas realizadas

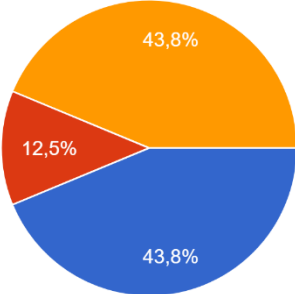
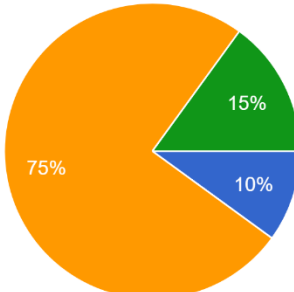
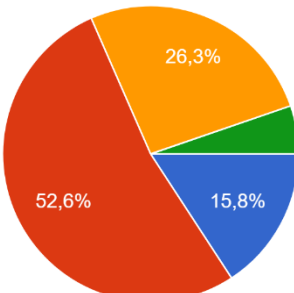
- Encuesta Dirigida A Pacientes Con Enfermedad Cerebrovascular (Ecv).

Tabla 1. Análisis de las encuestas a Pacientes.

Pregunta	Gráfico
1. Rango de edad del paciente:	 A pie chart illustrating the age distribution of patients. The chart is divided into four segments: a large blue segment representing 'Menos de 30 años' at 56.3%, a red segment for '31 – 45 años' at 25%, an orange segment for '46 – 60 años' at 12.5%, and a small green segment for 'Más de 60 años' at 6.2%.
Interpretación: Los resultados muestran que la mayoría de los pacientes encuestados corresponde a personas jóvenes y adultas, mientras que existe una menor participación de personas de mayor edad. Esto permite conocer las características generales de la población considerada para el estudio.	

Pregunta	Gráfico										
2. ¿En qué zona se encuentra ubicado(a)?:	 ● Zona urbana ● Zona rural ● Comunidad alejada <table border="1"> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zona urbana</td> <td>43,8%</td> </tr> <tr> <td>Zona rural</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Comunidad alejada</td> <td>31,3%</td> </tr> </tbody> </table>	Zona	Porcentaje	Zona urbana	43,8%	Zona rural	25%	Comunidad alejada	31,3%		
Zona	Porcentaje										
Zona urbana	43,8%										
Zona rural	25%										
Comunidad alejada	31,3%										
Interpretación: Se observa que los pacientes se encuentran distribuidos entre zonas urbanas, rurales y comunidades alejadas. Esta distribución es relevante, ya que para quienes viven en sectores más alejados el traslado hacia el centro de rehabilitación puede representar una dificultad para mantener la asistencia regular a las terapias.											
3. ¿A qué distancia aproximada se encuentra del centro de rehabilitación?	 ● Menos de 5 km ● Entre 5 y 10 km ● Más de 10 km ● No asiste regularmente por la distancia <table border="1"> <thead> <tr> <th>Distancia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menos de 5 km</td> <td>43,8%</td> </tr> <tr> <td>Entre 5 y 10 km</td> <td>12,5%</td> </tr> <tr> <td>Más de 10 km</td> <td>31,3%</td> </tr> <tr> <td>No asiste regularmente por la distancia</td> <td>12,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Distancia	Porcentaje	Menos de 5 km	43,8%	Entre 5 y 10 km	12,5%	Más de 10 km	31,3%	No asiste regularmente por la distancia	12,5%
Distancia	Porcentaje										
Menos de 5 km	43,8%										
Entre 5 y 10 km	12,5%										
Más de 10 km	31,3%										
No asiste regularmente por la distancia	12,5%										
Interpretación: La mayoría de los pacientes se encuentra a una distancia relativamente cercana al centro de rehabilitación; sin embargo, también existen pacientes que viven más alejados. Esta situación puede dificultar el acceso regular a las sesiones de fisioterapia, especialmente cuando existen limitaciones de transporte o económicas.											
4. ¿Cuánto tiempo le toma trasladarse al lugar de terapia?	 ● Menos de 30 minutos ● Entre 30 minutos y 1 hora ● Más de 1 hora <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiempo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menos de 30 minutos</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Entre 30 minutos y 1 hora</td> <td>31,3%</td> </tr> <tr> <td>Más de 1 hora</td> <td>18,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Tiempo	Porcentaje	Menos de 30 minutos	50%	Entre 30 minutos y 1 hora	31,3%	Más de 1 hora	18,8%		
Tiempo	Porcentaje										
Menos de 30 minutos	50%										
Entre 30 minutos y 1 hora	31,3%										
Más de 1 hora	18,8%										
Interpretación: Los resultados muestran que para la mayoría de los pacientes el traslado hasta el lugar de terapia requiere un tiempo corto, aunque para algunos representa un recorrido más prolongado. Esto evidencia que el tiempo de desplazamiento puede convertirse en una dificultad adicional para mantener la continuidad del tratamiento.											

Pregunta	Gráfico
5. ¿Con qué frecuencia realiza terapias de fisioterapia?	 - Diariamente - Varias veces por semana - Una vez por semana - Rara vez
Interpretación: Encontramos que la mayoría de las personas realizan las terapias con frecuencia debido a la importancia de recuperar las funciones corporales y por ello asisten con regularidad en otros casos vemos que rara vez debido a la distancia y la falta de disponibilidad de las citas.	
6. ¿Realiza ejercicios de fisioterapia en casa?	 - Sí - No - A veces
Interpretación: Debido a las exigencias de realizar terapias frecuentemente la mayoría realiza ejercicios en casa los cuales son estructurados por la especialista.	
7. ¿Cuál es la principal dificultad al realizar los ejercicios en casa?	 - Olvido de los ejercicios - No recuerda cómo realizarlos - Dolor o cansancio - Falta de acompañamiento
Interpretación: Para los pacientes realizar los ejercicios en casa se les dificultan por el dolor y cansancio que tiene debido a la ECV, y otros en ocasiones no recuerdan como deben de ser realizados los ejercicios.	
8. ¿Considera que necesita seguimiento constante para cumplir con sus ejercicios terapéuticos?	 - Siempre - Casi siempre - A veces - Nunca

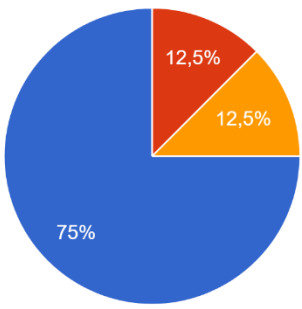
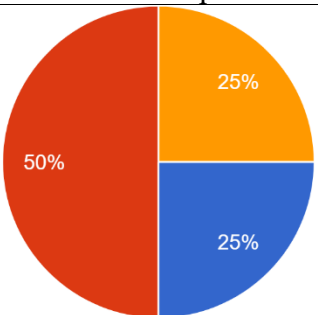
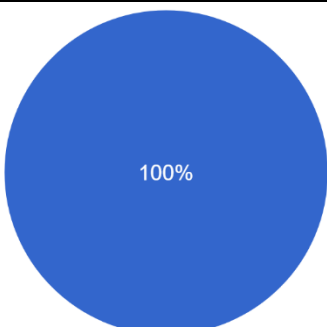
Pregunta	Gráfico
Interpretación: La mayoría de los pacientes necesitan recordar cómo se realizan los ejercicios lo que dificulta cumplir con las recomendaciones del especialista a su vez para ellos es importante tener un seguimiento continuo y en ocasiones consideran que no necesitan un seguimiento continuo puesto que ya tienen como hábito cumplir con los ejercicios.	
9. ¿Recibe indicaciones claras sobre cómo realizar los ejercicios en casa?	 ● Sí ● No ● A veces
Interpretación: La mayoría de las personas si reciben instrucciones claras debido a que la especialista anota como tienen que realizar paso a paso, aunque para el otro porcentaje no recuerda cómo se realiza y consideran que se confunden con las instrucciones, también en ocasiones no recuerdan o pierden las instrucciones dado que perjudica que ellos puedan realizar las terapias ya que no recuerdan las instrucciones de los mismos.	
10. ¿Qué le ayudaría más para recordar cómo realizar correctamente los ejercicios?	 ● Videos explicativos ● Imágenes paso a paso ● Indicaciones escritas sencillas ● Acompañamiento de otra persona
Interpretación: Los pacientes consideran que con indicaciones sencillas que sean escritas de manera clara es la mejor opción ya que es la manera que conocen para poder ejecutar los ejercicios, a su vez un porcentaje pequeño le gustaría tener videos para poder ver cómo se realizan los ejercicios esto junto a sus cuidadores.	
11. ¿Qué considera más necesario para mejorar su proceso de rehabilitación?	 ● Recordatorios para realizar los ejercicios ● Guía clara de los movimientos ● Motivación constante ● Seguimiento del progreso
Interpretación: Se puede observar que para los pacientes tener una guía clara de cómo realizar los ejercicios es la mejor para continuar con el tratamiento, algunos le gustaría tener un recordatorio constante	

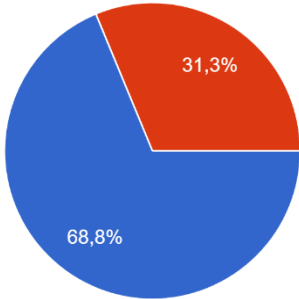
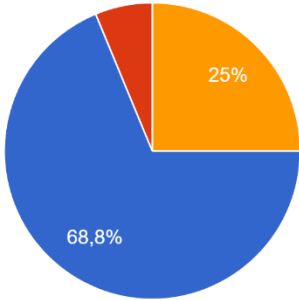
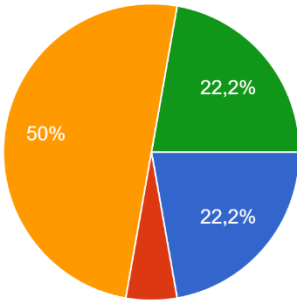
Pregunta	Gráfico
para no olvidarse de realizar la rehabilitación, en otros casos tener motivaciones diarias y así tener un seguimiento del progreso que tengan para tener ánimos al realizar los procesos.	

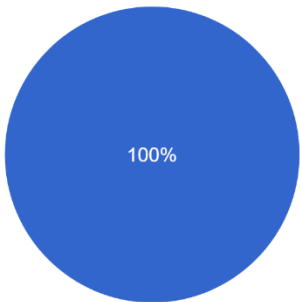
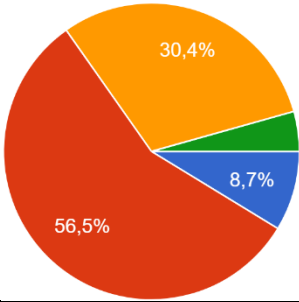
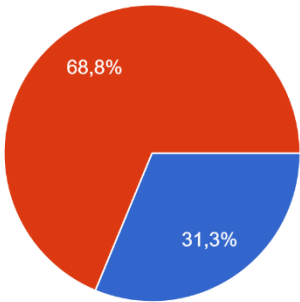
Fuente: Elaboración propia 2026.

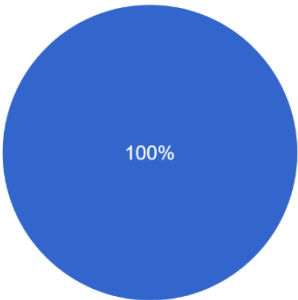
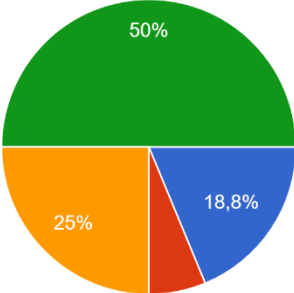
- Encuesta Dirigida A Cuidadores De Pacientes Con Enfermedad Cerebrovascular (Ecv).

Tabla 2. Análisis de las encuestas de Cuidadores.

Pregunta	Gráfico
1. ¿Cuál es su relación con el paciente?	 - Familiar directo - Cuidador permanente - Cuidador ocasional
Interpretación: Podemos apreciar que la mayoría de los cuidadores con familiares directos de los pacientes y están encargados de su cuidado a vez algunos cuentan como cuidadores permanentes debido a que son personas responsables, por otra parte, los cuidadores ocasionales son personas que ayudan con el traslado de los pacientes al centro de salud.	
2. ¿Cuánto tiempo dedica diariamente al cuidado del paciente?	 - Menos de 2 horas - Entre 2 y 5 horas - Más de 5 horas
Interpretación: Se puede observar que la mitad de los cuidadores encuestados dedica de 2 a 5 horas diarias de tiempo a los pacientes y que en otros casos menos tiempo ya que no tiene un caso tan grave y el paciente es funcional por su cuenta, pero si necesita ayuda al realizar las debidas terapias, a diferencias de los casos graves que necesitan ayudan para realizar las tareas de la vida cotidiana.	
3. ¿Convive actualmente con el paciente?	 - Sí - No

Pregunta	Gráfico										
Interpretación: Los resultados muestran que los cuidadores encuestados conviven con los pacientes. Esta convivencia facilita que puedan participar directamente en las actividades relacionadas con el cuidado y la rehabilitación en el hogar.											
4. ¿Acompaña al paciente a las sesiones de fisioterapia?	 ● Siempre ● A veces ● Nunca <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Siempre</td> <td>68,8%</td> </tr> <tr> <td>A veces</td> <td>31,3%</td> </tr> <tr> <td>Nunca</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Siempre	68,8%	A veces	31,3%	Nunca	0%		
Respuesta	Porcentaje										
Siempre	68,8%										
A veces	31,3%										
Nunca	0%										
Interpretación: Se puede observar que la mayoría de los cuidadores acompaña a los pacientes siempre, pero otra parte otro va a las terapias en ocasiones debido que la responsabilidad de cuidar al paciente la realizan varias personas.											
5. ¿Apoya al paciente en la realización de los ejercicios terapéuticos en casa?	 ● Sí ● No ● A veces <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>68,8%</td> </tr> <tr> <td>A veces</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>6,4%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Sí	68,8%	A veces	25%	No	6,4%		
Respuesta	Porcentaje										
Sí	68,8%										
A veces	25%										
No	6,4%										
Interpretación: Los cuidadores en su mayoría apoyan al paciente en los ejercicios que se realizan debido a que no pueden realizarse por su cuenta, aunque una parte no apoya debido que el paciente puede realizar por su cuenta la rehabilitación, pero en ocasiones si se realiza con el amparo del cuidador.											
6. ¿Cuál considera que es la principal dificultad al apoyar la terapia en casa?	 ● No saber cómo se realizan los ejercicios ● Falta de tiempo ● Falta de instrucciones claras ● Desmotivación del paciente <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dificultad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Falta de instrucciones claras</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>No saber cómo se realizan los ejercicios</td> <td>22,2%</td> </tr> <tr> <td>Falta de tiempo</td> <td>22,2%</td> </tr> <tr> <td>Desmotivación del paciente</td> <td>5,4%</td> </tr> </tbody> </table>	Dificultad	Porcentaje	Falta de instrucciones claras	50%	No saber cómo se realizan los ejercicios	22,2%	Falta de tiempo	22,2%	Desmotivación del paciente	5,4%
Dificultad	Porcentaje										
Falta de instrucciones claras	50%										
No saber cómo se realizan los ejercicios	22,2%										
Falta de tiempo	22,2%										
Desmotivación del paciente	5,4%										
Interpretación: Se puede observar que una gran parte tienen dificultad por las partes de las instrucciones que consideran que les falta claridad otra es la desmotivación que tiene el paciente ya que por el dolor no tienen ánimos para variar el no saber cómo realizar los ejercicios correctamente es de gran dificultad para tener constancia en el progreso.											

Pregunta	Gráfico
7. ¿Considera necesario contar con guías claras para apoyar la fisioterapia en el hogar?	 - Muy necesario - Poco necesario - No necesario
Interpretación: Los resultados muestran que los cuidadores consideran importante disponer de guías claras que les permitan apoyar al paciente durante la realización de los ejercicios. Esto evidencia la necesidad de contar con información sencilla y accesible para acompañar adecuadamente el proceso de rehabilitación.	
8. ¿Qué tipo de apoyo le facilitaría más ayudar al paciente?	 - Videos explicativos de ejercicios - Indicaciones simples paso a paso - Recordatorios de ejercicios - Seguimiento del avance del paciente
Interpretación: Para los cuidadores tener indicaciones simples paso a paso es muy necesario, aunque otros apreciarían tener recordatorios para la rehabilitación por otra parte les gustaría tener videos explicativos de los ejercicios para poder guiarse con más claridad.	
9. ¿Considera que el paciente necesita motivación constante para cumplir con la terapia?	 - Siempre - A veces - Rara vez - Nunca
Interpretación: Como podemos observar que a veces necesitan motivación para realizar los ejercicios y aun así hay ciertos casos donde la motivación que necesitan es permanente.	

Pregunta	Gráfico
10. ¿Cree que una herramienta de apoyo (como una guía digital) podría facilitar su labor como cuidador?	 ● Sí ● No ● Tal vez
Interpretación: Para los cuidadores una aplicación como apoyo creen que sería gran ayuda ya que en ocasiones se descuidan con los procesos de rehabilitación de los pacientes.	
11. ¿Qué beneficio principal considera que podría obtener el paciente con un apoyo adicional a la terapia tradicional?	 ● Mejor organización de los ejercicios ● Mayor seguridad al realizarlos ● Mayor constancia en la terapia ● Mejor progreso en la rehabilitación
Interpretación: Como se puede apreciar para los cuidadores mejorar el progreso de rehabilitación es lo principal por otra parte mejorar la organización de cómo realizar los ejercicios y tener la seguridad de que los implementan de manera correcta.	

Fuente: Elaboración propia 2026.

3.7.2. Presentación y análisis de datos de las entrevistas realizadas.

Tabla 3. *Análisis de las entrevistas*

Pregunta	Respuesta del especialista	Análisis
1. Profesional	Tecnólogo en Rehabilitación Física.	Se puede confiar en la información brindada, porque proviene de alguien profesional capacitado en rehabilitación física. Su preparación y experiencia le permiten aportar criterios técnicos que ayuden a una mejor comprensión de la problemática abordada en esta investigación.
2. Años de experiencia	3 años.	Aunque cuenta con tres años de experiencia, el especialista ha tenido contacto directo con pacientes que presentan secuelas de un accidente

Pregunta	Respuesta del especialista	Análisis
		cerebrovascular. Esta práctica le ha permitido conocer las dificultades que suelen presentarse durante el proceso de recuperación.
3. ¿Cuál es su experiencia en el tratamiento y acompañamiento de pacientes con enfermedad cerebrovascular?	Cuento con dos años de experiencia.	La experiencia adquirida en la atención de pacientes con enfermedad cerebrovascular permitió obtener información basada en la práctica clínica. Sus aportes sirvieron como referencia para identificar necesidades que posteriormente fueron consideradas en el desarrollo de la propuesta tecnológica.
4. ¿Cuáles considera que son las principales dificultades que enfrentan los pacientes durante el proceso de fisioterapia?	Barreras psicológicas como depresión y ansiedad, dificultades de comunicación o culturales con el terapeuta, además de las limitaciones físicas inherentes a su condición.	La respuesta muestra que la recuperación del paciente no depende únicamente de los aspectos físicos. Son factores emocionales y de comunicación que también intervienen y que pueden condicionar el tratamiento, por lo que se hace necesario contar con herramientas que ayuden a mantener el acompañamiento durante la rehabilitación.
5. Desde su punto de vista, ¿qué tan importante es el seguimiento continuo de los ejercicios terapéuticos en el hogar?	Es muy importante y crucial, ya que evita recaídas o lesiones futuras, personaliza el tratamiento, mantiene la motivación, permite ajustes en tiempo real y mejora mucho los resultados a largo plazo, por lo que es fundamental para una recuperación efectiva y duradera.	De acuerdo con la especialista, realizar un seguimiento permanente de los ejercicios favorece una mejor evolución del paciente. Esta opinión respalda la utilidad de desarrollar una aplicación que permita dar continuidad a la rehabilitación cuando las terapias presenciales no pueden realizarse con frecuencia.
6. ¿Qué problemas se presentan cuando el paciente no cuenta con supervisión directa del fisioterapeuta?	La falta de supervisión directa de un fisioterapeuta tras un ACV provoca una recuperación motora deficiente, riesgo de contracturas y	La respuesta evidencia los riesgos clínicos y emocionales que conlleva la falta de supervisión, lo cual refuerza la necesidad de una herramienta tecnológica que permita un acompañamiento remoto y el control del proceso rehabilitador.

Pregunta	Respuesta del especialista	Análisis
	espasticidad, deterioro del equilibrio y aumento de caídas, pérdida de independencia en actividades de la vida diaria y un impacto negativo en la salud emocional.	
7. ¿Qué necesidades físicas, cognitivas o emocionales identifica con mayor frecuencia en los pacientes con ECV durante su proceso de rehabilitación?	Físicas: movilidad, equilibrio, deglución, control de esfínteres y espasticidad. Cognitivas: memoria, atención, lenguaje y planificación. Emocionales: depresión, ansiedad, frustración, tristeza y cambios de humor.	Las necesidades pertenecen a distintas áreas del proceso de recuperación, lo que demuestra que la herramienta propuesta debe contemplar más que los ejercicios físicos. Es importante también que sea fácil de usar y que se ajuste a las condiciones específicas de cada enfermo.
8. ¿Cómo influye la ubicación geográfica y la distancia al centro de rehabilitación en la continuidad del tratamiento de los pacientes?	Influyen crucialmente en la continuidad del tratamiento. El principal problema es la lejanía de algunos pacientes que habitan en comunas aledañas y la falta de transporte público para poder movilizarse al centro de rehabilitación, obteniendo como consecuencia retraso en la recuperación del paciente.	La distancia geográfica se identifica como una barrera significativa para la rehabilitación presencial, lo que respalda la pertinencia de la telerehabilitación como alternativa para garantizar la continuidad del tratamiento.
9. ¿Qué tipo de apoyo considera fundamental para que el paciente recuerde y ejecute correctamente los ejercicios terapéuticos en el hogar?	Una aplicación que guíe y monitoree los ejercicios diarios de los pacientes con ACV, que sea de ayuda para sus cuidadores.	La respuesta obtenida coincide con el propósito de esta investigación, ya que la especialista considera que una aplicación puede servir como apoyo tanto para el paciente como para el cuidador durante la realización de las actividades terapéuticas en el hogar.

Pregunta	Respuesta del especialista	Análisis
10. ¿Considera que el uso de la tecnología puede apoyar el proceso de rehabilitación física? ¿Por qué?	Sí, porque apoya y complementa el trabajo del fisioterapeuta.	La especialista considera que el uso de herramientas tecnológicas puede complementar el trabajo que realiza el fisioterapeuta. Esta apreciación respalda la incorporación de recursos digitales como apoyo al tratamiento convencional.
11. ¿Ha utilizado o recomendado anteriormente herramientas tecnológicas (aplicaciones móviles, videos, plataformas digitales) para apoyar la fisioterapia?	No.	El hecho de no haber usado anteriormente este tipo de herramientas refleja que todavía existe un margen importante para incorporar soluciones tecnológicas. Se trata de una oportunidad para poner en marcha una alternativa que ayude al seguimiento terapéutico.
12. ¿Qué características considera indispensables en una aplicación móvil orientada a la rehabilitación de pacientes con ECV, considerando sus limitaciones físicas y cognitivas?	Debe proveer retroalimentación inmediata y motivación, supervisión terapéutica, y contenido visual y auditivo claro, para incentivar la repetición y adherencia al tratamiento, mejorando la recuperación motora y cognitiva, así como la calidad de vida del paciente.	Los puntos señalados por la especialista permiten reconocer componentes que deberían formar parte de la aplicación, tales como una interfaz comprensible, contenido visual claro y mecanismos que contribuyan a preservar la motivación y el cumplimiento de los ejercicios.
13. ¿De qué manera cree que una aplicación móvil podría mejorar la adherencia del paciente a su tratamiento de fisioterapia?	Para mejorar la recuperación del paciente facilitando el acceso a la terapia, ya que por lo general los tratamientos no se pueden brindar regularmente debido a la falta de disponibilidad en los turnos del servicio público, y con una aplicación mejoraría el avance de los tratamientos.	La respuesta evidencia que la aplicación móvil puede compensar la limitada disponibilidad de atención presencial, favoreciendo la continuidad del tratamiento y la adherencia terapéutica.

Pregunta	Respuesta del especialista	Análisis
14. ¿Qué riesgos, limitaciones o dificultades identifica en el uso de aplicaciones móviles para pacientes con movilidad reducida o adultos mayores?	Considero que si no hay un buen planteamiento de los procesos que deben seguir en los tratamientos, esto sería perjudicial para los pacientes.	Se destaca la importancia de un diseño basado en criterios clínicos y validación profesional, para evitar riesgos derivados de un uso inadecuado de la tecnología.
15. ¿Qué tipo de seguimiento o control considera más adecuado para evaluar el progreso del paciente durante la rehabilitación domiciliaria?	Citas de evaluación para medir la evolución y el progreso del paciente.	La respuesta pone en evidencia la importancia de una evaluación periódica de la evolución del enfermo. En este sentido, una plataforma web puede ayudar a registrar los avances y ofrecer información de utilidad para que el fisioterapeuta adopte decisiones en cuanto al tratamiento.
16. ¿Recomendaría el uso de una aplicación móvil como complemento a la terapia tradicional? Explique su respuesta.	Sí, para potenciar el tratamiento de ECV, ya que en estos casos la actividad diaria es crucial para una recuperación óptima.	La opinión final de la especialista demuestra una buena aceptación de la propuesta planteada en esta investigación. Considera que una aplicación móvil puede servir como apoyo a la terapia presencial y contribuir a que el paciente mantenga la práctica constante de sus ejercicios.

Fuente: Elaboración propia 2026.

3.7.3. Informe final del análisis de los datos.

El análisis de la información obtenida a través de las encuestas realizadas a los pacientes con enfermedad cerebrovascular (ECV), a sus cuidadores y de la entrevista aplicada a la especialista en rehabilitación física permitió conocer las principales dificultades que enfrentan durante el proceso de rehabilitación y la necesidad de contar con herramientas tecnológicas que apoyen el tratamiento desde el hogar.

De acuerdo con la información recolectada en las encuestas, una parte significativa de los pacientes proviene de comunidades rurales o de sectores distantes al Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora. Mientras unos pueden llegar al establecimiento con más facilidad, otros tienen que recorrer trayectos más largos para sus terapias.

Respecto a las actividades de rehabilitación en el hogar, la mayoría de los participantes manifestó que procura realizar los ejercicios siguiendo las indicaciones recibidas por la especialista. No obstante, reconocieron que, con el paso de los días, recordar todos los movimientos y recomendaciones no siempre resulta sencillo, por lo que en ocasiones sienten inseguridad al momento de ejecutar las rutinas. Sin embargo, manifestaron que en ocasiones sienten dolor o cansancio durante la práctica y que, con el paso del tiempo, olvidan la forma correcta de ejecutar algunos ejercicios o las indicaciones recibidas durante la consulta. Estas dificultades hacen que el seguimiento en el hogar no siempre se realice de manera adecuada.

Otro aspecto importante identificado en las encuestas es que los pacientes consideran útil contar con un apoyo que les recuerde cómo realizar correctamente los ejercicios. La mayoría señaló que prefiere disponer de instrucciones sencillas, imágenes de apoyo y recomendaciones claras que les permitan desarrollar las actividades con mayor seguridad y confianza.

En cuanto a los cuidadores demuestran ser casi siempre parientes directos quienes están al lado del paciente durante toda su rehabilitación. No sólo prestan ayuda en el día a día actividades, sino también participan activamente en hacer las terapias junto a los pacientes. Pero, dijeron igualmente que a veces no están seguros de la mejor manera de ser de ayuda, o piensan que las instrucciones recibidas en las citas no bastan para recordar todos los ejercicios.

Los cuidadores coincidieron en que disponer de una herramienta digital con imágenes, instrucciones paso a paso, recomendaciones y recordatorios facilitaría el acompañamiento que brindan al paciente. También consideran que este tipo de apoyo contribuiría a mantener una mayor organización en la rehabilitación domiciliaria y favorecería el cumplimiento de las rutinas establecidas por la especialista.

Por otra parte, la entrevista realizada a la especialista permitió conocer, desde su experiencia profesional, las dificultades que suelen presentarse durante el proceso de rehabilitación de los pacientes con enfermedad cerebrovascular. Señaló que muchos de ellos no logran asistir de forma constante a las sesiones de fisioterapia debido a la distancia entre su domicilio y el centro de rehabilitación, la falta de transporte o la dificultad para conseguir turnos de atención. Estas situaciones hacen que el tratamiento se interrumpa con frecuencia y, como consecuencia, la recuperación pueda avanzar más lentamente.

Durante la entrevista también expresó que una aplicación móvil, acompañada de una plataforma web para uso del fisioterapeuta, sería un recurso de gran apoyo tanto para los pacientes como para los cuidadores. Explicó que esta herramienta facilitaría la consulta de los ejercicios, permitiría llevar un registro de las rutinas realizadas y ofrecería al profesional una forma más organizada de revisar el progreso de cada paciente. Además, consideró importante que el sistema sea fácil de comprender y utilizar, especialmente porque está dirigido a personas que presentan limitaciones motoras o dificultades derivadas de su condición.

De manera general, el análisis de toda la información recopilada permitió identificar varios aspectos que influyen en la continuidad de la rehabilitación. Se presentan problemas importantes en la asistencia constante a terapias, y también a escasez de recursos que guíen las practica en casa sumado a que el seguimiento del tratamiento fuera del centro se debe mejorar. Estos hallazgos respaldan lo planteado en esta investigación el aplicativo móvil y la página web ofrecemos una opción capaz de ayudar el proceso de sanación y hacer más simple la relación entre el paciente y el especialista, además, ayudar que la rehabilitación tenga una mejore continuación.

CAPÍTULO IV

MARCO PROPOSITIVO

4.1. Introducción

En este capítulo se expone la propuesta tecnológica desarrollada para dar respuesta a la problemática identificada durante la investigación realizada en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora. La solución planteada está conformada por una aplicación móvil orientada al apoyo de la rehabilitación domiciliaria de pacientes con hemiparesia posterior a un accidente cerebrovascular (ECV) y una plataforma web destinada al seguimiento del tratamiento por parte de la fisioterapeuta.

El diseño del sistema tomó como referencia la información obtenida durante el trabajo de campo y las necesidades manifestadas por los participantes del estudio. A partir de ello se buscó desarrollar una herramienta de fácil manejo, accesible y útil para acompañar al paciente durante su proceso de recuperación. La aplicación móvil ofrece acceso a las rutinas de ejercicios mediante imágenes acompañadas de explicaciones y recomendaciones, además de registrar las actividades realizadas, generar recordatorios y mostrar la evolución alcanzada a lo largo del tratamiento. Paralelamente, la plataforma web brinda a la especialista un espacio para administrar la información de los pacientes, asignar nuevas rutinas y revisar el avance registrado por cada usuario.

Con el propósito de organizar el desarrollo del proyecto se empleó la metodología ágil Scrum, la cual permitió dividir el trabajo en etapas, evaluar continuamente los resultados obtenidos e incorporar los ajustes necesarios conforme avanzaba la implementación del sistema.

En cuanto a la tecnología, la aplicación se desarrolló con Flutter, una tecnología que facilitó la creación de una solución compatible con diversos dispositivos móviles. Firebase se utilizó para la gestión de usuarios y el almacenamiento de datos, aprovechando sus servicios de autenticación, base de datos y sincronización en la nube, lo que permitió mantener actualizados los datos compartidos entre la aplicación móvil y la plataforma web. Además, se recurrió a diversas herramientas de desarrollo y diseño que contribuyeron a la construcción de un sistema estable y ajustado a los objetivos planteados.

En los apartados siguientes se describen la propuesta tecnológica, los recursos utilizados para su implementación, el presupuesto del proyecto y cada una de las fases que hicieron posible

el desarrollo de la aplicación móvil y la plataforma web hasta obtener la versión final del sistema.

4.1.1. Objetivo del Sistema.

La aplicación móvil y la plataforma web fueron desarrolladas con el propósito de brindar apoyo al proceso de rehabilitación domiciliaria de pacientes con hemiparesia post-ECV atendidos en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora. Ambas herramientas buscan mantener un seguimiento más constante del tratamiento fuera del centro de rehabilitación, de manera que el paciente continúe realizando sus ejercicios mientras la fisioterapeuta puede revisar su evolución sin necesidad de que todas las sesiones sean presenciales.

Esta propuesta nace como una alternativa para enfrentar las dificultades que experimentan muchos pacientes al momento de asistir regularmente a las terapias, ya sea por la distancia, los problemas de movilidad o la disponibilidad de tiempo. Mediante el uso conjunto de la aplicación móvil y la plataforma web se pretende dar continuidad al tratamiento, disponer de un mejor control del progreso alcanzado y complementar el acompañamiento que realiza la especialista durante la recuperación.

4.1.2. Descripción de la propuesta

La aplicación móvil fue diseñada para apoyar la rehabilitación domiciliaria de personas con hemiparesia post-ECV, permitiendo acceder a las rutinas terapéuticas asignadas, visualizar imágenes ilustrativas de los ejercicios junto con sus indicaciones y recomendaciones, registrar el cumplimiento de las actividades y consultar el progreso alcanzado durante el tratamiento. También incorpora recordatorios relacionados con las sesiones de ejercicios y la administración de medicamentos, ayudando al usuario a mantener una mejor organización de sus actividades diarias.

Como complemento de la aplicación, la plataforma web ofrece a la fisioterapeuta las herramientas necesarias para administrar la información de los pacientes, crear y asignar rutinas de ejercicios, consultar el avance registrado desde la aplicación móvil, enviar observaciones o recomendaciones personalizadas y llevar un control más ordenado de la evolución terapéutica de cada caso.

Para el desarrollo de ambas herramientas se utilizó la metodología ágil SCRUM, la cual permitió organizar las actividades en diferentes etapas de trabajo, facilitando la incorporación

de mejoras durante el proceso de desarrollo hasta obtener un sistema funcional acorde con las necesidades identificadas durante la investigación.

4.1.3. Alcance del Sistema

El sistema propuesto está conformado por dos componentes que trabajan de manera complementaria: una aplicación móvil orientada a los pacientes con hemiparesia post-ECV y una plataforma web destinada a la fisioterapeuta encargada de supervisar el proceso de rehabilitación. Ambos fueron desarrollados con el propósito de facilitar el seguimiento del tratamiento y mejorar la comunicación entre el profesional de salud y el paciente.

En el caso de la aplicación móvil, esta fue diseñada pensando en las necesidades de los pacientes durante su proceso de recuperación. Una vez que ingresan con sus credenciales, pueden acceder a las rutinas de ejercicios que les han sido asignadas por la fisioterapeuta. Cada ejercicio incluye imágenes e indicaciones que sirven como apoyo para realizar correctamente las actividades en casa. Además, la aplicación les permite registrar las rutinas que han completado, revisar el avance obtenido a lo largo de la rehabilitación, consultar las recomendaciones enviadas por la especialista y recibir recordatorios relacionados con las sesiones terapéuticas y la toma de medicamentos, con el fin de favorecer la continuidad del tratamiento.

Por su parte, la plataforma web está dirigida exclusivamente a la fisioterapeuta, quien dispone de diferentes herramientas para gestionar la información de los pacientes. Desde este entorno puede registrar nuevos usuarios, actualizar sus datos cuando sea necesario, asignar o modificar las rutinas de rehabilitación según la evolución de cada caso y revisar el progreso registrado en la aplicación móvil. Asimismo, cuenta con la posibilidad de enviar recomendaciones personalizadas y dar seguimiento a la evolución terapéutica mediante la información almacenada en la base de datos del sistema.

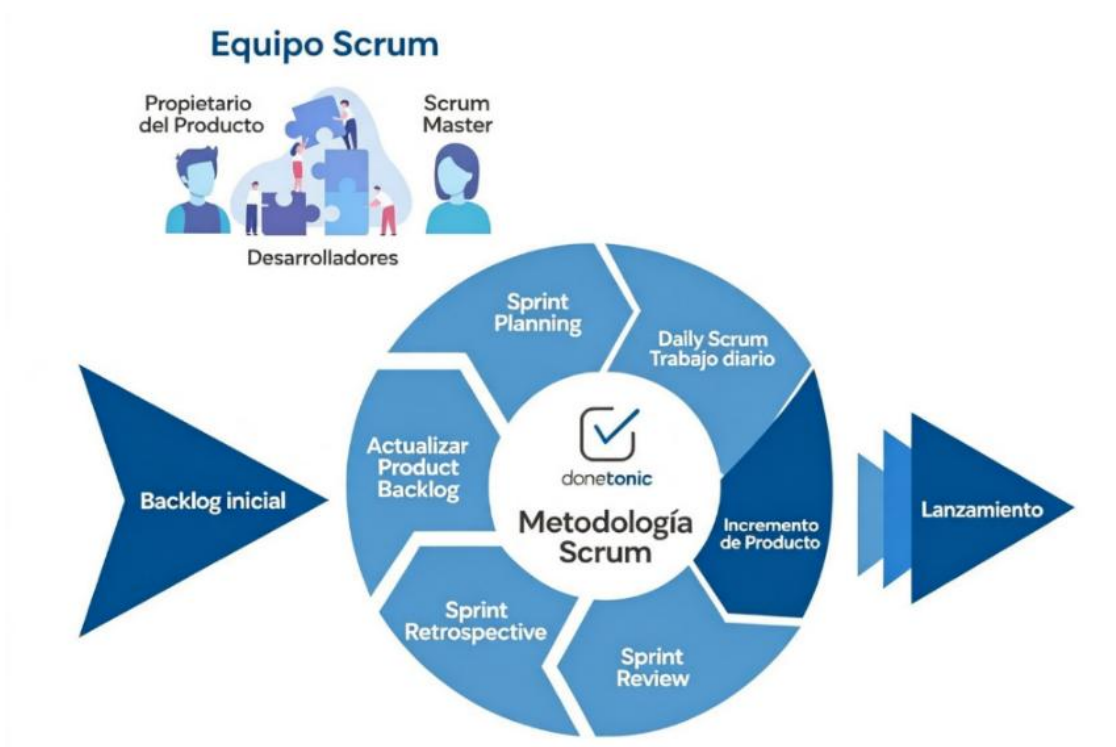
En términos generales, el alcance de esta propuesta se centra en ofrecer una herramienta tecnológica que apoye el proceso de rehabilitación física, facilite el control de las actividades realizadas por los pacientes y contribuya a mantener una comunicación más constante entre la fisioterapeuta y quienes reciben el tratamiento. No obstante, es importante indicar que el desarrollo no contempla el uso de sensores externos ni dispositivos para capturar automáticamente los movimientos del paciente, debido a que el objetivo principal del proyecto es brindar apoyo al seguimiento terapéutico mediante una aplicación móvil y una plataforma web.

4.1.4. Metodología de Desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación móvil y la plataforma web se empleó la metodología ágil SCRUM, debido a que permitió organizar el trabajo en diferentes iteraciones, facilitando la planificación, el seguimiento de las actividades y la incorporación de mejoras durante el desarrollo del sistema.

Esta metodología favoreció la implementación progresiva de las funcionalidades, permitiendo verificar el funcionamiento de cada módulo antes de continuar con la siguiente etapa. De esta manera fue posible realizar ajustes de acuerdo con los requerimientos identificados durante la investigación y obtener un sistema funcional que respondiera a las necesidades de los usuarios.

Figura 6. Metodología ágil SCRUM



Fuente: <https://donetonic.com/es/que-son-los-sprints-en-scrum/>

4.1.4.1. Organización del desarrollo mediante Sprint

Para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación móvil y la plataforma web se organizó el trabajo mediante iteraciones o Sprint, siguiendo el enfoque de la metodología ágil SCRUM. Cada Sprint permitió concentrar las actividades de desarrollo en un conjunto determinado de

funcionalidades, revisar los avances obtenidos e incorporar los ajustes necesarios antes de continuar con las siguientes actividades.

La organización de los Sprints se estableció considerando los requerimientos identificados durante la investigación, las necesidades de los usuarios y las funcionalidades definidas para la aplicación móvil y la plataforma web. De esta manera, el desarrollo se realizó de forma progresiva, comenzando con el análisis y planificación, continuando con la construcción de las funcionalidades principales y finalizando con la integración, pruebas y puesta en funcionamiento del sistema.

- **Sprint 1.** Análisis de requisitos y planificación del sistema.

El primer Sprint estuvo orientado a identificar y organizar las necesidades que debía atender la solución tecnológica. Durante esta iteración se revisó la información obtenida mediante las encuestas, entrevistas y observación, y se establecieron los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

También se identificaron los principales usuarios que interactuarían con la solución, correspondientes al paciente, cuidador y fisioterapeuta. A partir de esta información se definieron las funciones principales que debía cumplir cada componente del sistema.

Como resultado de este Sprint se obtuvo una base de requisitos para orientar el desarrollo de la aplicación móvil y la plataforma web. Entre las funcionalidades definidas se consideraron el registro e inicio de sesión, consulta de ejercicios, ejecución de rutinas, registro del progreso, administración de pacientes, seguimiento terapéutico y generación de reportes.

- **Sprint 2.** Diseño y planificación de la arquitectura.

El segundo Sprint estuvo enfocado en establecer la estructura técnica y funcional del sistema. Durante esta iteración se diseñó la arquitectura cliente-servidor y se definió la interacción entre la aplicación móvil, la plataforma web y los servicios de Firebase.

También se elaboraron los diferentes modelos y diagramas utilizados para representar el funcionamiento del sistema, incluyendo los diagramas de casos de uso, actividades, navegación, secuencia, despliegue y el esquema de la base de datos. Estos elementos sirvieron como referencia para la posterior implementación.

Asimismo, se definieron las herramientas tecnológicas que serían utilizadas en el desarrollo, entre ellas Flutter y Dart para la construcción de las aplicaciones, y Firebase para los procesos de autenticación, almacenamiento y gestión de información.

El resultado de este Sprint fue el diseño general de la solución y la definición de los componentes necesarios para iniciar la programación.

- **Sprint 3.** Desarrollo de la aplicación móvil.

El tercer Sprint estuvo orientado a la implementación progresiva de la aplicación móvil destinada a los pacientes y cuidadores. Durante esta iteración se desarrollaron las principales interfaces y funciones necesarias para el uso de la aplicación.

Entre las actividades realizadas se incluyeron la construcción de la pantalla de bienvenida, registro de usuarios, inicio de sesión, recuperación de contraseña, pantalla principal, consulta de ejercicios, ejecución de rutinas, registro del progreso y administración del perfil del usuario.

También se incorporó la conexión con Firebase para gestionar la autenticación y almacenar la información generada por el paciente durante las actividades de rehabilitación.

Al finalizar este Sprint se obtuvo una versión funcional de la aplicación móvil con las principales funciones orientadas al paciente.

- **Sprint 4.** Desarrollo de la plataforma web e integración del sistema.

El cuarto Sprint estuvo destinado al desarrollo de la plataforma web para la especialista y a la integración de ambos componentes del sistema.

En esta iteración se implementaron las funciones de inicio de sesión, panel principal, gestión y consulta de pacientes, gestión de rutinas, visualización del progreso, registro de recomendaciones y generación de reportes.

De forma paralela, se realizó la integración de la plataforma web con Cloud Firestore y los demás servicios de Firebase, permitiendo que la información registrada desde la aplicación móvil pudiera ser consultada posteriormente por la especialista desde la plataforma web.

Este Sprint permitió consolidar la comunicación entre la aplicación móvil, Firebase y la plataforma web, estableciendo el flujo de información necesario para el seguimiento terapéutico.

- **Sprint 5.** Pruebas, ajustes y puesta en funcionamiento.

El quinto Sprint estuvo orientado a la revisión funcional del sistema, la identificación de errores y la realización de ajustes antes de su puesta en funcionamiento.

Durante esta iteración se verificaron las principales funcionalidades de la aplicación móvil y la plataforma web, incluyendo el registro de pacientes, inicio de sesión, registro del progreso, recordatorios, visualización de pacientes, envío de recomendaciones, reinicio de rutinas y generación de reportes.

También se comprobó la correcta transferencia y almacenamiento de información entre la aplicación móvil, Cloud Firestore y la plataforma web. Cuando se identificaron aspectos que requerían ajustes, estos fueron corregidos y posteriormente comprobados nuevamente.

Como resultado final de este Sprint se obtuvo una versión funcional de la solución tecnológica, preparada para su utilización por parte de los pacientes y la especialista.

Tabla 4. Organización de los Sprint del desarrollo

Sprint	Objetivo principal	Actividades desarrolladas	Resultado
Sprint 1	Análisis y definición de requisitos	Identificación de necesidades, actores, roles y requerimientos funcionales y no funcionales	Requisitos definidos
Sprint 2	Diseño y planificación	Arquitectura, diagramas UML, diseño de navegación y estructura de Firebase	Diseño general del sistema
Sprint 3	Desarrollo móvil	Registro, inicio de sesión, ejercicios, rutinas, progreso y perfil	Aplicación móvil funcional
Sprint 4	Desarrollo web e integración	Gestión de pacientes, rutinas, seguimiento, recomendaciones, reportes e integración con Firebase	Plataforma web integrada
Sprint 5	Pruebas y lanzamiento	Pruebas funcionales, correcciones, verificación de sincronización y preparación para uso	Sistema funcional y preparado para su utilización

Fuente: Elaboración propia (2026).

La aplicación de estos Sprints permitió desarrollar la solución de manera progresiva, revisando los resultados obtenidos durante cada iteración y realizando los ajustes necesarios antes de avanzar hacia las siguientes actividades. De esta forma, la metodología SCRUM sirvió como mecanismo de organización del proceso de desarrollo y facilitó la construcción gradual de la aplicación móvil y la plataforma web.

4.1.5. Determinación de recursos

Para el desarrollo de la propuesta fue necesario contar con diferentes recursos que permitieran llevar a cabo las actividades de planificación, diseño, programación y pruebas del sistema. Estos recursos comprenden el personal que participó en el proyecto, los equipos utilizados durante el desarrollo y las herramientas tecnológicas empleadas para construir y poner en funcionamiento la aplicación móvil y la plataforma web.

La selección de estos recursos se realizó considerando las necesidades del proyecto y las características de la solución desarrollada. De esta manera, se buscó disponer de los elementos necesarios para implementar las funciones destinadas al paciente, así como aquellas orientadas al seguimiento de los pacientes por parte de la especialista.

4.1.5.1. Humanos

El desarrollo de la propuesta requirió la participación de diferentes personas que cumplieron funciones específicas durante las etapas de investigación, desarrollo y validación del sistema. Cada participante aportó desde su área de conocimiento o experiencia, permitiendo que la solución tecnológica se ajustara tanto a los requerimientos técnicos como a las necesidades relacionadas con el proceso de rehabilitación.

Tabla 5. Recursos Humanos

Personal	Función
Investigadora (Camila Mosquera)	Diseño, desarrollo e implementación de la aplicación móvil y la plataforma web.
Fisioterapeuta	Orientación sobre los ejercicios terapéuticos, indicaciones, recomendaciones y requerimientos necesarios para el seguimiento de los pacientes.
Pacientes	Uso de la aplicación móvil y participación en las pruebas de funcionamiento.
Cuidadores	Apoyo al paciente durante el uso de la aplicación y realización de las rutinas de rehabilitación.
Tutor académico	Orientación, supervisión y revisión del desarrollo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.1.5.2. Recursos Tecnológicos: Entorno de Operación, Hardware y Software

Los recursos tecnológicos fueron fundamentales para el desarrollo y funcionamiento de la propuesta, ya que permitieron programar, probar y poner en funcionamiento tanto la aplicación móvil como la plataforma web. En este apartado se consideran los equipos utilizados para el desarrollo y las herramientas de software que forman parte del sistema.

El entorno de operación se encuentra compuesto principalmente por un equipo de cómputo utilizado para la programación y configuración del proyecto, dispositivos móviles empleados para realizar pruebas de la aplicación y herramientas de desarrollo que permiten conectar la aplicación móvil con los servicios de Firebase y la plataforma web.

4.1.5.2.1. Hardware

Para el desarrollo y las pruebas de la aplicación se utilizaron equipos de cómputo y dispositivos móviles. El equipo principal permitió realizar las actividades de programación, configuración de Firebase, ejecución de pruebas y generación de las versiones de la aplicación. Por su parte, los dispositivos móviles permitieron comprobar el funcionamiento de las diferentes pantallas, rutinas, ejercicios y demás funciones disponibles para el paciente.

Tabla 6. *Características de los recursos tecnológicos (Hardware)*

Hardware	Especificaciones / Uso
Laptop ASUS TUF Gaming A15	AMD Ryzen 7 7445HS, 16 GB de RAM, almacenamiento SSD y sistema operativo Windows 11 Home.
Xiaomi Redmi	Dispositivo Android utilizado para realizar pruebas de funcionamiento y visualización de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.1.5.2.2. Software

Para la construcción del sistema se utilizaron diferentes herramientas de desarrollo y servicios en la nube. Flutter permitió desarrollar la aplicación móvil, mientras que Dart fue utilizado como lenguaje de programación. Por otra parte, Firebase proporcionó los servicios necesarios para la autenticación de usuarios, almacenamiento de información y archivos, así como la conexión con la base de datos.

La plataforma web también utiliza los servicios de Firebase para gestionar la información registrada en el sistema y facilitar el acceso de la especialista al seguimiento de los pacientes. En el caso del contenido de los ejercicios, el sistema utiliza imágenes acompañadas de instrucciones, recomendaciones y observaciones, de acuerdo con las características de la aplicación desarrollada.

Tabla 7. *Características de los recursos tecnológicos (Software)*

Software	Función / Especificaciones
Visual Studio Code	Entorno utilizado para la programación y edición del código fuente.
Flutter	Framework utilizado para el desarrollo de la aplicación móvil.
Dart	Lenguaje de programación empleado para desarrollar las funcionalidades del sistema.
Firebase Core	Permite la conexión de la aplicación con los servicios de Firebase.
Firebase Authentication	Gestiona el registro e inicio de sesión de los usuarios.
Cloud Firestore	Base de datos NoSQL utilizada para almacenar y consultar la información del sistema.
Firebase Storage	Servicio utilizado para almacenar las imágenes asociadas a los ejercicios y otros archivos requeridos por la aplicación.
Firebase Hosting	Servicio utilizado para publicar y acceder a la plataforma web.
Android SDK	Herramientas necesarias para la compilación y ejecución de la aplicación Android.
Google Chrome	Navegador utilizado para ejecutar y realizar pruebas de la plataforma web.

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.1.6. Recursos económicos

Para el desarrollo de la propuesta también se consideraron los gastos relacionados con los equipos, conectividad y servicios utilizados durante el período de trabajo. Algunos de estos recursos ya se encontraban disponibles, mientras que otros representaron gastos necesarios para realizar las actividades de programación, pruebas y despliegue del sistema.

Los valores presentados corresponden a los recursos utilizados durante el desarrollo de la tesis y permiten tener una estimación del costo que implicó la construcción de la propuesta tecnológica.

Tabla 8. Recursos Económicos

Cantidad	Concepto	Descripción	C/U	Subtotal
1	Laptop ASUS TUF Gaming A15	Equipo principal utilizado para el desarrollo del sistema.	\$1.542,00	\$1.542,00
1	Dispositivos móviles	Equipos utilizados para realizar pruebas de funcionamiento y compatibilidad de la aplicación.	\$80,00	\$80.00
7 meses	Internet	Servicio de conectividad utilizado durante el desarrollo, pruebas y configuración del sistema.	\$21,40	\$149,80
1	Firebase Hosting	Servicio utilizado para el alojamiento y publicación de la plataforma web.	\$0,00	\$0,00
			Total	\$1771.80

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.1.7. Etapas de acción para el desarrollo de la propuesta (Software)

La presente sección describe las etapas que se siguieron para desarrollar el sistema de telerehabilitación propuesto, conformado por una aplicación móvil dirigida a los pacientes con hemiparesia post-ECV y una plataforma web para la especialista en fisioterapia. El desarrollo se organizó mediante la metodología ágil SCRUM, lo que permitió avanzar de manera progresiva en la construcción del sistema y realizar ajustes conforme se identificaban necesidades durante el proceso.

El desarrollo se dividió en cinco etapas principales: análisis de requisitos, diseño del sistema, implementación, pruebas y despliegue. Cada etapa permitió avanzar desde la identificación de las necesidades de los usuarios hasta la obtención de una solución funcional orientada al apoyo de la rehabilitación domiciliaria.

Durante el desarrollo se priorizaron las funciones que resultaban necesarias para el trabajo de los pacientes, cuidadores y especialista. En la aplicación móvil se implementaron funciones como el registro e inicio de sesión, acceso a las rutinas de rehabilitación, visualización de los ejercicios mediante imágenes, indicaciones y recomendaciones para su correcta ejecución, seguimiento de las actividades realizadas y consulta del progreso. También se incorporaron recordatorios para apoyar el cumplimiento de las actividades programadas.

Por otra parte, la plataforma web fue desarrollada para facilitar el trabajo de la especialista, permitiéndole administrar la información de los pacientes, establecer y consultar rutinas de ejercicios, revisar el progreso registrado y realizar el seguimiento de las actividades de rehabilitación. De esta manera, ambas aplicaciones se complementan y permiten mantener organizada la información relacionada con el proceso terapéutico.

4.2. Fase I Análisis de requisitos.

La primera etapa del desarrollo estuvo enfocada en conocer con mayor claridad las necesidades que debía atender el sistema. Para ello, se tomó como referencia la situación observada en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora y la información recopilada durante el proceso de investigación. Esto permitió establecer qué funciones eran necesarias para apoyar a los pacientes con hemiparesia post-ECV durante sus actividades de rehabilitación en el hogar.

En esta etapa se consideraron los resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas a pacientes y cuidadores, la entrevista con la especialista en fisioterapia y la observación del proceso de rehabilitación. También se tuvieron en cuenta los aspectos relacionados con el acceso a dispositivos móviles, las dificultades para mantener las rutinas de ejercicios y las necesidades de seguimiento del tratamiento.

A partir de la información recopilada se determinaron los usuarios que interactuarían con el sistema y las funciones principales que tendría cada uno. Estos requerimientos sirvieron como punto de partida para organizar el diseño y posteriormente desarrollar la aplicación móvil y la plataforma web.

4.2.1. Proceso de Análisis y recolección de Información

La recolección de información permitió conocer de manera más cercana cómo se desarrolla el proceso de rehabilitación y cuáles son las principales dificultades que pueden presentarse cuando el paciente debe continuar con sus ejercicios fuera del centro. Esta etapa

también ayudó a reconocer las necesidades de la especialista y el apoyo que brindan los cuidadores durante las actividades realizadas en el hogar.

Para obtener esta información se utilizaron las técnicas definidas en el capítulo anterior. Cada una permitió conocer un aspecto diferente del problema y, en conjunto, sirvieron para establecer las características que debía tener el sistema.

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- **Entrevista a la especialista:** se realizó una entrevista a la especialista en fisioterapia con el propósito de conocer los criterios utilizados para orientar los ejercicios de rehabilitación, las dificultades que se presentan durante el seguimiento de los pacientes y las características que debía considerar una herramienta de apoyo para el tratamiento domiciliario.
- **Observación de pacientes y cuidadores:** Se hizo una observación directa en medio de las actividades ligadas a la rehabilitación, fijándonos mucho en la manera que pacientes y sus cuidadores interactuaban tanto con los ejercicios como con los artefactos tecnológicos.
- **Análisis de las encuestas:** Se revisó las respuestas recaudadas de pacientes y también de cuidadores con el propósito de comprender mejor sus vivencias a lo largo de la recuperación en casa, el uso de aparatos portátiles y los obstáculos que amenazan el seguimiento de las rutinas de ejercicios. La información obtenida permitió identificar necesidades que posteriormente fueron consideradas en el diseño de la aplicación móvil y la plataforma web.

4.2.1.1. Identificación de actores del sistema.

Una vez identificados los actores que interactúan con la aplicación móvil y la plataforma web, fue necesario definir los requerimientos del sistema. Estos requerimientos describen las funciones que debe cumplir la solución tecnológica y las condiciones necesarias para garantizar su correcto funcionamiento. Para una mejor organización, se clasifican en requerimientos funcionales y no funcionales.

4.2.1.1.1. Requerimientos funcionales

Tabla 9. *Requerimientos funcionales del sistema*

Código	Requerimiento funcional	Descripción
RF-01	Registro de usuarios	Permite registrar pacientes en el sistema.
RF-02	Inicio de sesión	Permite el acceso seguro de los usuarios mediante autenticación.
RF-03	Consulta de rutinas	Permite visualizar las rutinas de ejercicios asignadas por la fisioterapeuta.
RF-04	Visualización de ejercicios	Muestra imágenes ilustrativas de los ejercicios junto con sus indicaciones y recomendaciones.
RF-05	Registro del progreso	Permite almacenar el avance del paciente durante las sesiones de rehabilitación.
RF-06	Historial de actividades	Permite consultar el historial de ejercicios realizados.
RF-07	Recordatorios	Envía recordatorios relacionados con las terapias y medicamentos programados.
RF-08	Seguimiento del paciente	Permite que la fisioterapeuta consulte el progreso registrado por cada paciente.
RF-09	Asignación de rutinas	Permite crear y asignar rutinas personalizadas desde la plataforma web.
RF-10	Reportes de seguimiento	Permite consultar la evolución del paciente mediante reportes.
RF-11	Sincronización de datos	Sincroniza la información entre la aplicación móvil y Firebase.
RF-12	Autenticación	Garantiza el acceso seguro al sistema mediante Firebase Authentication.

Fuente: *Elaboración propia (2026).*

4.2.1.1.2. Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales establecen las características de calidad que debe cumplir el sistema para garantizar un funcionamiento adecuado, seguro y estable durante su utilización.

Tabla 10. *Requerimientos no funcionales*

Código	Requerimiento no funcional	Descripción
RNF-01	Compatibilidad Android	La aplicación funciona en dispositivos con sistema operativo Android.
RNF-02	Servicios en la nube	El sistema utiliza Firebase para el almacenamiento y sincronización de datos.
RNF-03	Usabilidad	La interfaz presenta un diseño sencillo y fácil de utilizar.
RNF-04	Conectividad	El sistema requiere acceso a Internet para sincronizar la información.
RNF-05	Seguridad	El acceso está protegido mediante autenticación de usuarios.
RNF-06	Rendimiento	El sistema responde de manera ágil durante la carga de información.
RNF-07	Compatibilidad	La aplicación puede ejecutarse en diferentes dispositivos Android compatibles.
RNF-08	Control de acceso	Cada usuario accede únicamente a las funciones correspondientes a su rol.

Fuente: *Elaboración propia (2026).*

4.2.1.1.3. Requerimientos de hardware y software

Para garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación móvil y de la plataforma web, se establecieron los requerimientos mínimos de hardware y software necesarios para su ejecución. Estos requisitos fueron definidos considerando los equipos disponibles para las pruebas y las condiciones tecnológicas del entorno donde será utilizado el sistema.

Tabla 11. *Requerimientos mínimos de hardware y software*

Sistema	Requerimientos mínimos de hardware	Requerimientos mínimos de software
Aplicación móvil	Memoria RAM de 3 GB o superior. Procesador Quad Core. Almacenamiento disponible de 32 GB. Acceso a Internet.	Sistema operativo Android 8.0 o superior. Aplicación instalada. Conexión a Internet.
Plataforma web	Memoria RAM de 4 GB o superior. Procesador Dual Core o superior. Acceso a Internet.	Navegador web actualizado (Google Chrome o Microsoft Edge). Sistema operativo actualizado.

Fuente: *Elaboración propia 2026.*

4.2.1.2. Tipos y roles de usuarios.

Con base en la información obtenida durante la investigación y en las necesidades identificadas en el proceso de rehabilitación, se definieron los usuarios que interactuarán con el sistema. Cada uno cumple funciones específicas de acuerdo con su participación dentro del tratamiento, lo que permitió establecer los permisos de acceso y las actividades que podrá realizar tanto en la aplicación móvil como en la plataforma web.

La identificación de estos roles facilitó el diseño de una interfaz adaptada a cada usuario, evitando funciones innecesarias y permitiendo una navegación más sencilla y segura

Tabla 12. *Tipos y roles de usuarios*

Tipo de usuario	Roles / Descripción
Paciente	• Registrarse en la aplicación. • Iniciar sesión. • Visualizar ejercicios terapéuticos. • Realizar las rutinas asignadas. • Registrar su progreso. • Recibir recordatorios de ejercicios y medicación.
Fisioterapeuta	• Monitorear el progreso de los pacientes. • Evaluar el cumplimiento de las terapias. • Asignar ejercicios personalizados. • Generar reportes de seguimiento.
Cuidador	• Apoyar al paciente durante el uso de la aplicación. • Supervisar la correcta ejecución de los ejercicios. • Colaborar con el seguimiento del tratamiento domiciliario.

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.2.2. Fase II: Diseño y Planificación del Sistema

Después de identificar los requerimientos del sistema, se dio paso a la etapa de diseño y planificación. En esta fase se definió la forma en que estaría organizada la aplicación móvil y la plataforma web, estableciendo la estructura general del sistema y la manera en que cada uno de sus componentes interactuaría para cumplir con los objetivos planteados.

Uno de los aspectos que más se consideró durante esta etapa fue el perfil de los usuarios. Los pacientes que utilizarán la aplicación presentan dificultades motoras ocasionadas por la hemiparesia y, en varios casos, tienen poca experiencia utilizando dispositivos móviles. Por esta razón, se procuró desarrollar una interfaz sencilla, con botones de tamaño adecuado, textos fáciles de leer y una navegación simple que permitiera utilizar la aplicación sin complicaciones.

Para el funcionamiento del sistema se optó por una arquitectura cliente-servidor. La aplicación móvil se comunica con los servicios de Firebase, plataforma que administra el inicio de sesión de los usuarios, almacena la información registrada y mantiene sincronizados los datos con la plataforma web. De esta manera, la fisioterapeuta puede consultar el avance de cada paciente desde cualquier momento sin necesidad de registrar nuevamente la información.

La solución propuesta quedó estructurada en dos componentes que trabajan de forma integrada para apoyar el proceso de rehabilitación:

- **Aplicación móvil (paciente y cuidador):** orientada al uso diario por parte del paciente y de su cuidador. Desde esta aplicación es posible consultar las rutinas de rehabilitación asignadas, revisar ejercicios mediante imágenes y videos explicativos, registrar las actividades realizadas en cada sesión y recibir notificaciones relacionadas con las terapias programadas y la administración de medicamentos.
- **Plataforma web (fisioterapeuta):** desarrollada para que la especialista pueda administrar la información de los pacientes, crear y asignar rutinas de ejercicios según sus necesidades, revisar el avance registrado desde la aplicación móvil y consultar reportes que apoyen la evaluación y el seguimiento del tratamiento.

Antes de iniciar la programación también se definieron las herramientas que serían utilizadas durante el desarrollo del proyecto. Cada componente se eligió cuidadosamente atendiendo tanto a los requisitos funcionales que necesitaba el sistema como a la sencilla forma de conectarlos entre sí.

Herramientas utilizadas:

- **Flutter:** este marco nos permitió crear tanto la app para teléfonos como la web.
- **Firebase:** su utilidad incluyó la validación de quienes entran a la app, el sitio donde se guarda toda la información y el espacio para guardarla.
- **Dart:** este fue el lenguaje con el que programamos la aplicación.
- **HTML, CSS y JavaScript:** estas tecnologías se incluyeron en algunas partes de la plataforma web para que funcionaran mejor.

Como parte del proceso de planificación también se elaboraron distintos modelos de análisis y diseño, entre ellos los diagramas de casos de uso, diagramas de flujo, diagramas de

secuencia y el diagrama de arquitectura. La elaboración de estos diagramas permitió visualizar con mayor claridad la organización del sistema, comprender la interacción entre sus componentes y servir como referencia durante las diferentes etapas de implementación.

El trabajo se organizó siguiendo la metodología ágil SCRUM, dividiendo el desarrollo en varios Sprint. Esta forma de trabajo permitió avanzar por etapas, revisar continuamente los resultados obtenidos e incorporar los ajustes que fueron necesarios conforme el sistema iba tomando forma.

4.2.2.1. Diseño de la Arquitectura del Sistema

Antes de iniciar la implementación del software fue necesario definir la arquitectura del sistema, ya que esta permite establecer la forma en que se comunicarán los diferentes componentes y cómo será administrada la información durante el funcionamiento de la aplicación.

Para este proyecto se optó por una arquitectura cliente-servidor, debido a que ofrece una organización adecuada entre la aplicación móvil, la plataforma web y los servicios alojados en la nube. Bajo este esquema, tanto la aplicación utilizada por los pacientes como la plataforma empleada por la fisioterapeuta se comunican con Firebase, plataforma encargada de gestionar el almacenamiento de la información, la autenticación de usuarios y la sincronización de los datos registrados.

4.2.2.1.1. Componentes de la arquitectura

La solución tecnológica desarrollada está compuesta por varios componentes que interactúan entre sí para garantizar el funcionamiento de la aplicación móvil y de la plataforma web.

- **Cliente móvil (Aplicación Flutter):** Corresponde a la aplicación utilizada por los pacientes y sus cuidadores durante el proceso de rehabilitación. Desde ella pueden iniciar sesión, consultar las rutinas asignadas, visualizar imágenes y videos de los ejercicios, registrar el avance de cada sesión y revisar las observaciones enviadas por la fisioterapeuta. Además, la aplicación incorpora recordatorios que ayudan al paciente a cumplir con los horarios de terapia y medicación.
- **Cliente web (Plataforma del fisioterapeuta).**

Es la plataforma utilizada por la especialista para realizar el seguimiento de los pacientes. Desde este entorno es posible registrar nuevos usuarios, revisar el progreso alcanzado, modificar las rutinas cuando sea necesario y generar reportes que apoyen el control del tratamiento.

- **Servidor en la nube (Firebase).**

El sistema utiliza **Firebase** como plataforma de respaldo para administrar la información y mantener la comunicación entre la aplicación móvil y la plataforma web para cubrir las necesidades del proyecto se integraron los siguientes servicios:

- a) **Firebase Autenticación:** se encarga de gestionar el registro, la autenticación y el acceso de los usuarios al sistema, garantizando que cada uno ingrese con sus respectivas credenciales.
- b) **Cloud Firestore:** actúa como la base de datos principal del proyecto, donde se almacena la información correspondiente a los pacientes, las rutinas terapéuticas, los ejercicios asignados y el historial del progreso registrado durante el tratamiento.
- c) **Firebase Storage:** se emplea para conservar los recursos multimedia utilizados en la aplicación, principalmente imágenes y videos que sirven de apoyo para la ejecución de los ejercicios de rehabilitación.

- **Base de datos:** El sistema utiliza una base de datos NoSQL mediante Cloud Firestore, lo que permite almacenar la información de forma flexible y mantenerla sincronizada entre la aplicación móvil y la plataforma web. Entre los datos registrados se encuentran:

- Información de los usuarios.
- Rutinas terapéuticas.
- Historial de ejercicios realizados.
- Registro del progreso de cada paciente.

4.2.2.1.2. Funcionamiento general del sistema

El funcionamiento del sistema comienza cuando el paciente ingresa a la aplicación utilizando sus credenciales. Después de iniciar sesión puede consultar las rutinas asignadas, desarrollar los ejercicios y registrar el avance obtenido durante cada sesión.

Toda la información generada se envía automáticamente a Firebase, donde queda almacenada y disponible para la plataforma web. Esto permite que la fisioterapeuta consulte el progreso del paciente casi en tiempo real, revise el cumplimiento de las actividades y realice los ajustes que considere necesarios en el plan de rehabilitación.

De esta manera se mantiene una comunicación continua entre el paciente y la especialista, facilitando el seguimiento del tratamiento y permitiendo llevar un mejor control de la evolución durante el proceso de recuperación.

4.2.2.1.3. Sincronización entre la aplicación móvil, Firebase y la plataforma web

Como parte del diseño de la arquitectura se estableció la forma en que la aplicación móvil y la plataforma web compartirían la información. Para ello se utilizó Firebase como punto central de almacenamiento, de manera que los datos registrados desde la aplicación móvil puedan ser consultados posteriormente desde la plataforma web.

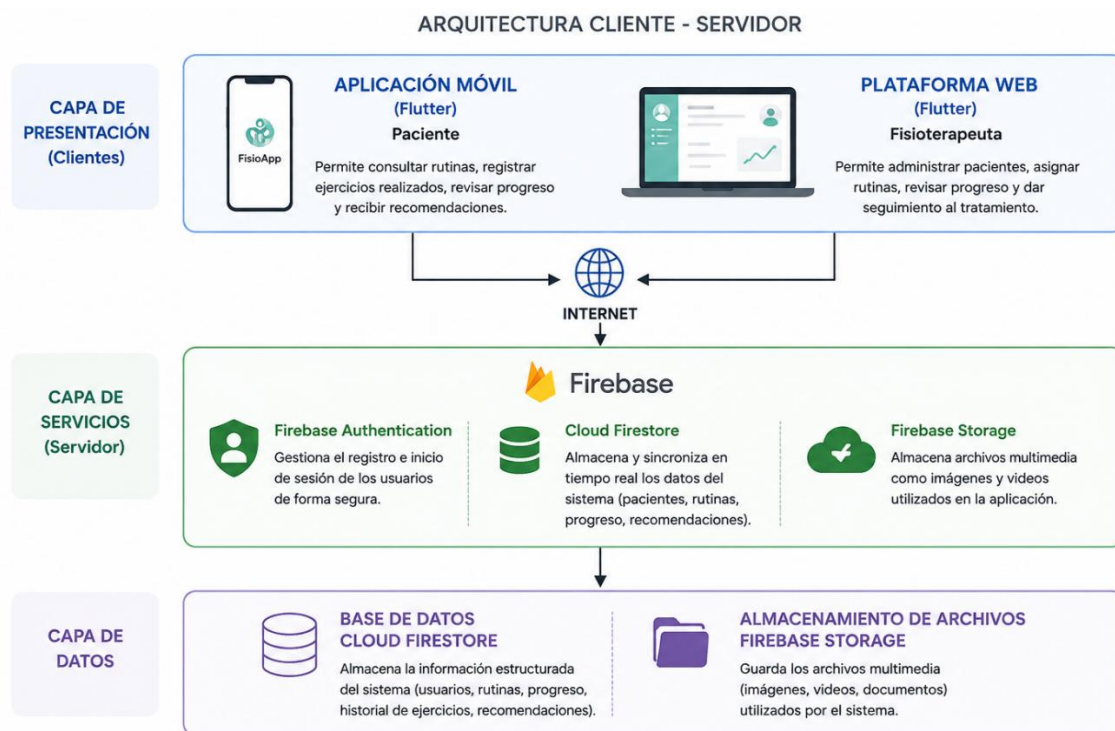
Cuando el paciente realiza una actividad desde la aplicación, la información relacionada con el ejercicio y el progreso de la rutina se registra en Cloud Firestore. Estos datos quedan almacenados y pueden ser consultados por la fisioterapeuta desde la plataforma web para revisar las actividades realizadas por cada paciente.

De igual manera, la información que la fisioterapeuta registra desde la plataforma web, como observaciones o cambios relacionados con el seguimiento de las rutinas, se almacena en Firebase. De esta forma, la aplicación móvil puede consultar la información actualizada cuando el paciente accede nuevamente al sistema.

La utilización de una misma base de datos para ambos componentes permite evitar que la información tenga que registrarse por separado. Esto facilita el trabajo de la fisioterapeuta y permite mantener un historial de las actividades realizadas por los pacientes.

En el caso de las rutinas, la plataforma web permite consultar el estado de cada una, revisar el historial de actividades y observar el progreso alcanzado por el paciente. También permite restablecer el estado de una rutina cuando sea necesario, para que el paciente pueda volver a realizarla desde el inicio.

Figura 7. Arquitectura cliente-servidor del sistema



Fuente: Elaboración propia 2026, con asistencia de ChatGPT (2026).

4.2.2.1.4. Actores del Sistema

De acuerdo con el funcionamiento de la propuesta, se identificaron tres actores principales que interactúan con el sistema:

- **Paciente.** Usuario que utiliza la aplicación móvil para realizar las rutinas de rehabilitación, consultar ejercicios, registrar su progreso y recibir recordatorios relacionados con el tratamiento.
- **Fisioterapeuta.** Profesional responsable del seguimiento clínico de los pacientes mediante la plataforma web, donde puede revisar el progreso, asignar ejercicios personalizados y registrar observaciones.
- **Administrador.** Usuario encargado de la administración general del sistema, incluyendo la gestión de usuarios, mantenimiento de la información y supervisión del funcionamiento de la plataforma.

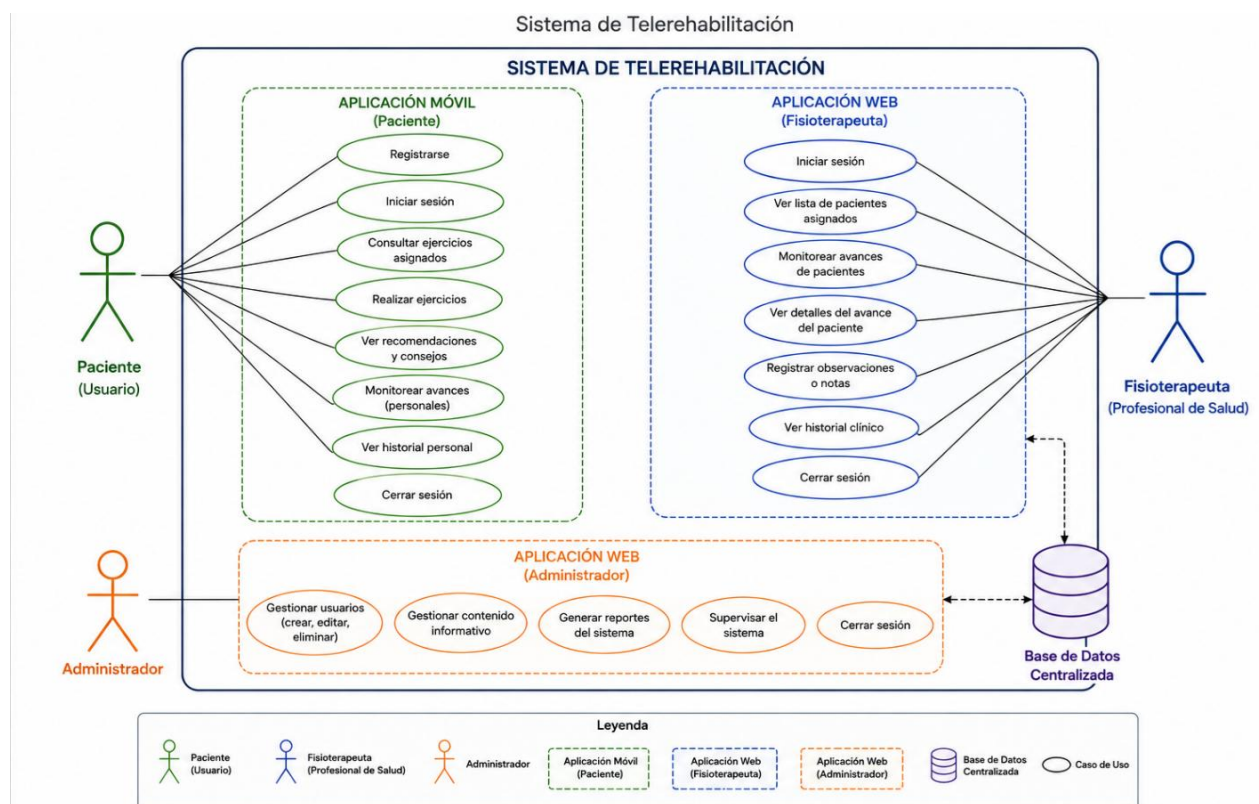
4.2.2.1.5. Diagrama General de Casos de Uso

Los casos de uso representan las funciones principales que ofrece el sistema y muestran la forma en que cada tipo de usuario interactúa con la aplicación de acuerdo con las actividades

que le corresponden. Este diagrama permitió identificar de manera clara las responsabilidades del paciente, la fisioterapeuta y el administrador, además de servir como guía durante el diseño y desarrollo de los diferentes módulos que integran la solución propuesta.

En la aplicación móvil, el paciente puede ingresar al sistema mediante sus credenciales, consultar las rutinas de rehabilitación asignadas, visualizar los ejercicios, registrar el avance de cada sesión y revisar las recomendaciones enviadas por la fisioterapeuta. Por otra parte, la especialista utiliza la plataforma web para dar seguimiento al tratamiento, verificar el progreso de los pacientes, actualizar las rutinas cuando es necesario y registrar observaciones relacionadas con la evolución de cada caso. Finalmente, el administrador dispone de las herramientas necesarias para gestionar los usuarios y supervisar el funcionamiento general del sistema.

Diagrama 1. *Diagrama General de Casos de Uso*



Fuente: Elaboración propia 2026, con asistencia de ChatGPT (2026).

4.2.2.2. Diagramas de Actividades

Los diagramas de actividades se elaboraron con el propósito de representar, de forma gráfica, la secuencia de acciones que realizan los usuarios y los diferentes componentes del

sistema durante la ejecución de los procesos más importantes. Para su construcción se utilizaron carriles de actividades, lo que permitió distinguir claramente las tareas que corresponden al usuario, a la aplicación y a los servicios de Firebase.

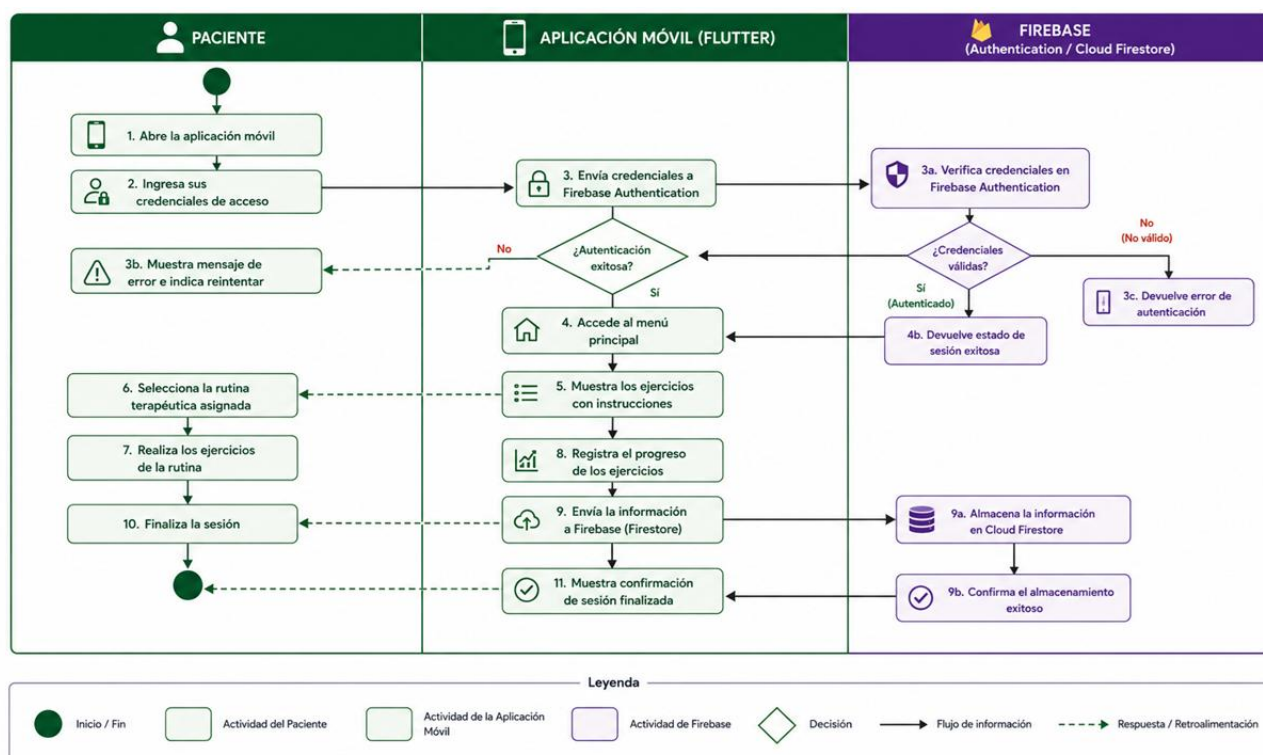
Estos diagramas facilitan comprender el recorrido que sigue la información desde que un usuario inicia una acción hasta que esta queda registrada en la base de datos, mostrando además la interacción existente entre la aplicación móvil, la plataforma web y los servicios en la nube.

4.2.2.2.1. Diagrama de Actividades de la Aplicación Móvil

Con el fin de comprender el funcionamiento de la aplicación móvil durante una sesión de rehabilitación, se elaboró un diagrama de actividades que representa la participación del paciente, la aplicación desarrollada en Flutter y los servicios de Firebase. Este modelo muestra la secuencia de acciones que se ejecutan desde el inicio de sesión hasta el almacenamiento del progreso alcanzado durante la rutina.

A través de este diagrama es posible observar cómo la información viaja entre los diferentes componentes del sistema y cómo cada actividad realizada por la paciente queda registrada para que posteriormente pueda ser consultada por la fisioterapeuta desde la plataforma web.

Diagrama 2. Flujo Actividades de la Aplicación Móvil



Fuente: Elaboración propia 2026, con asistencia de ChatGPT (2026).

- Descripción del diagrama

La secuencia mostrada en el diagrama inicia al momento que el paciente accede la aplicación, ingresando sus datos de ingreso. Posteriormente, estas credenciales van al servicio de Firebase Authentication, donde se valida la identidad del usuario previas a autorizar el ingreso. Si los datos proporcionados resultan correctos, el sistema permite acceder al menú principal; si no, anuncia un fallo y pide reintroducir los datos.

Una vez dentro de la aplicación, el paciente selecciona la rutina que le ha sido asignada. Para mostrar su contenido, la aplicación obtiene desde Cloud Firestore la información correspondiente a los ejercicios programados, incluyendo las imágenes, indicaciones y demás recursos necesarios para desarrollar la sesión de rehabilitación.

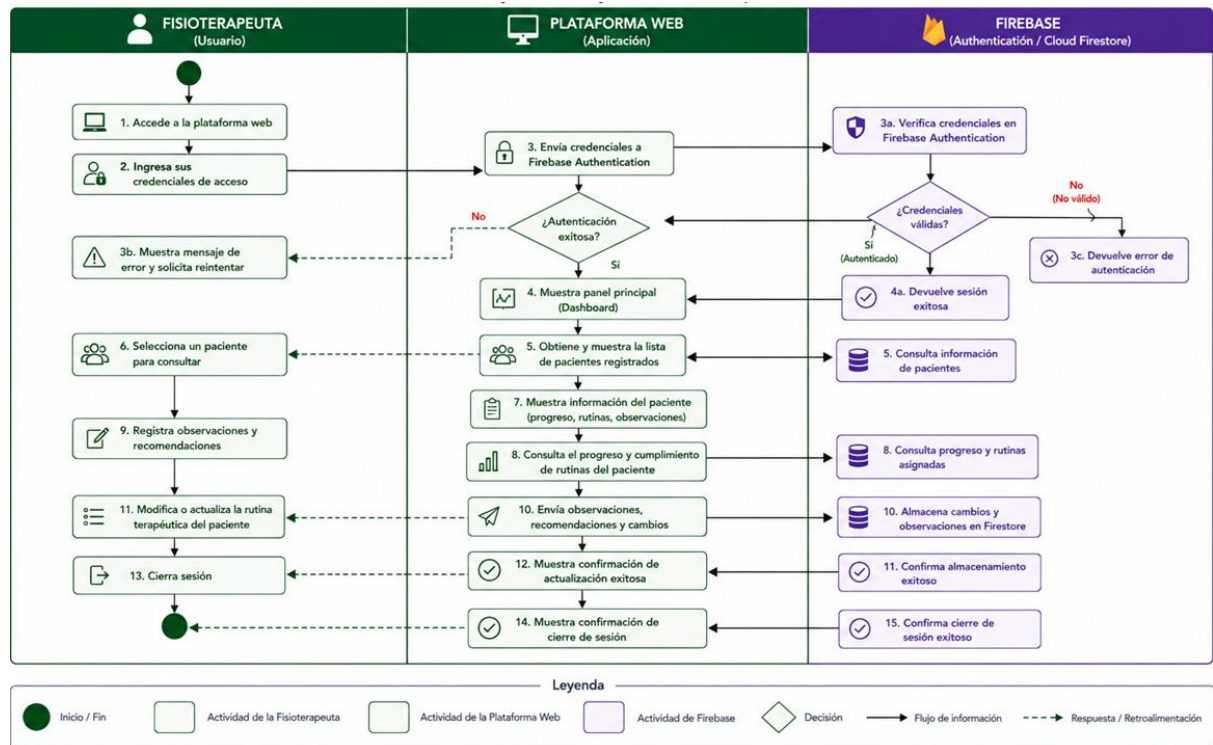
Mientras el paciente realiza cada actividad, la aplicación registra las acciones completadas y actualiza el progreso alcanzado durante la rutina. Al finalizar la sesión, estos datos se almacenan automáticamente en Firebase, de manera que la información quede disponible para su consulta desde la plataforma web. Esto permite que la fisioterapeuta revise la evolución del tratamiento y disponga de un registro actualizado del cumplimiento de las actividades realizadas por cada paciente.

4.2.2.2.2. Diagrama de Actividades de la Aplicación Web

Para representar las actividades que realiza la fisioterapeuta durante el seguimiento del tratamiento se elaboró un diagrama de actividades que describe la interacción entre la plataforma web y los servicios de Firebase. Este modelo permite visualizar el proceso de consulta y actualización de la información registrada por los pacientes.

El diagrama también muestra cómo las acciones realizadas desde la plataforma web se sincronizan con la base de datos, asegurando que la información disponible para el paciente permanezca actualizada.

Diagrama 3. Actividades de la Aplicación Web



Fuente: Elaboración propia 2026.

- Descripción del diagrama

El proceso comienza cuando la fisioterapeuta inicia sesión en la plataforma web utilizando sus credenciales. Después de validar el acceso, el sistema presenta el panel principal con la información de los pacientes registrados.

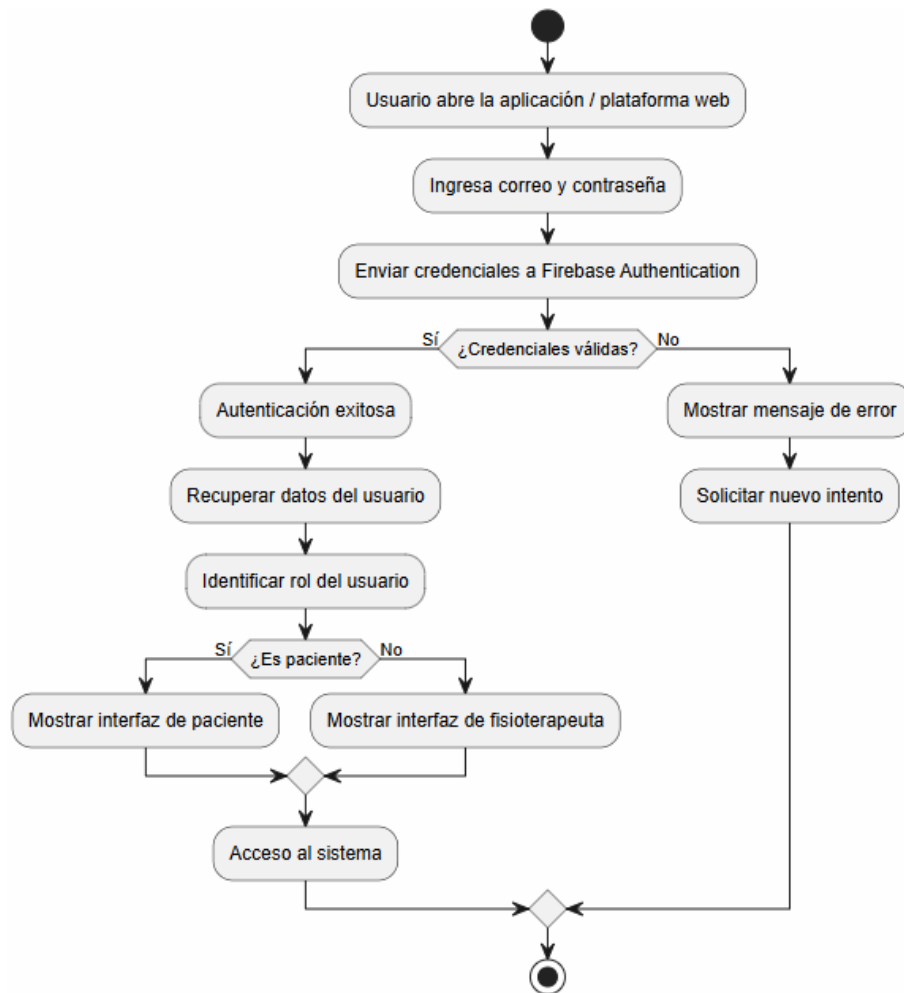
Desde este espacio la especialista puede consultar el avance alcanzado por cada paciente, revisar el historial de rutinas, actualizar los ejercicios asignados y registrar recomendaciones relacionadas con el tratamiento. Cada modificación realizada es almacenada en Firebase y queda disponible para que el paciente pueda visualizarla cuando vuelva a ingresar a la aplicación móvil.

4.2.2.2.3. Diagrama de Actividades: Inicio de Sesión

El diagrama de actividades del proceso de inicio de sesión representa la secuencia de acciones que se ejecutan desde que el usuario ingresa sus credenciales hasta que accede a la aplicación o a la plataforma web. En este proceso intervienen el usuario, la aplicación

correspondiente y Firebase Authentication, encargado de verificar la identidad antes de permitir el acceso al sistema.

Diagrama 4. *Diagrama de Actividades: Inicio de Sesión*



Fuente: Elaboración propia 2026.

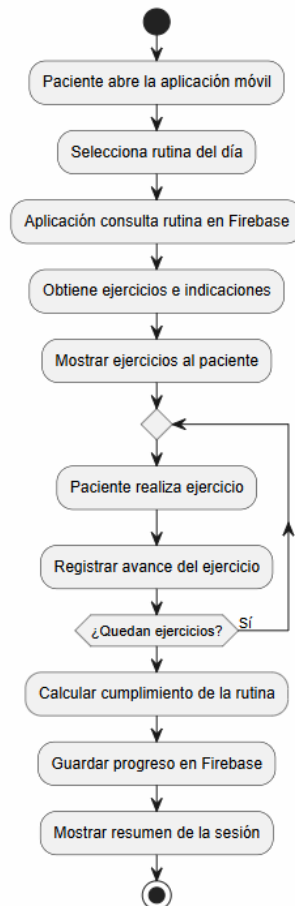
Descripción del diagrama

El procedimiento comienza cuando el usuario escribe su correo electrónico y su contraseña en la pantalla de acceso. Una vez ingresados estos datos, la aplicación los envía al servicio Firebase Authentication, donde se comprueba si las credenciales coinciden con la información registrada en el sistema. Cuando la validación es satisfactoria, se carga la información correspondiente al perfil del usuario y se habilita la pantalla principal según el tipo de acceso que tenga asignado. Si ocurre algún error durante la verificación, el sistema informa que los datos no son válidos y permite que el usuario vuelva a intentarlo hasta completar correctamente el proceso de autenticación.

4.2.2.2.4. Diagrama de Actividades: Ejecución de Rutina

Este diagrama representa las actividades que se desarrollan durante una sesión de rehabilitación, mostrando la interacción entre el paciente, la aplicación móvil y Firebase mientras se ejecutan los ejercicios asignados.

Diagrama 5. *Diagrama de Actividades: Ejecución de Rutina*



Fuente: Elaboración propia, 2026

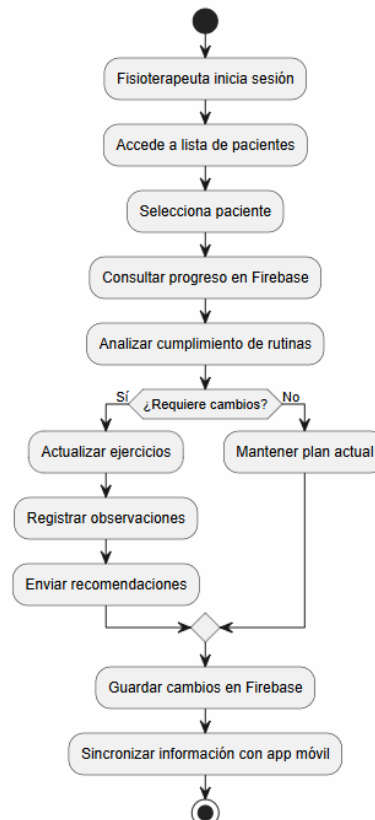
Descripción del diagrama

El paciente selecciona la rutina correspondiente al día y la aplicación recupera la información almacenada en Cloud Firestore. A continuación, se presentan los ejercicios junto con sus indicaciones y el tiempo establecido para cada actividad. Conforme el paciente completa la rutina, la aplicación registra el progreso alcanzado y almacena los resultados en Firebase, permitiendo que la información permanezca disponible para futuras consultas y para el seguimiento realizado por la fisioterapeuta.

4.2.2.2.5. Diagrama de Actividades: Gestión de Pacientes

El diagrama de gestión de pacientes representa las actividades que realiza la fisioterapeuta desde la plataforma web para administrar la información clínica y realizar el seguimiento del proceso de rehabilitación.

Diagrama 6. *Diagrama de Actividades: Gestión de Pacientes*



Fuente: Elaboración propia, 2026

Descripción del diagrama

La fisioterapeuta inicia sesión y accede al listado de pacientes registrados. Después selecciona el paciente que desea revisar, consulta el progreso almacenado en Firebase y analiza el cumplimiento de las rutinas realizadas. Cuando es necesario, actualiza los ejercicios, registra nuevas observaciones o envía recomendaciones personalizadas. Finalmente, toda la información queda almacenada en la base de datos y sincronizada con la aplicación móvil para que el paciente pueda consultarla en su siguiente ingreso.

4.2.2.3. Diagramas de Navegación

Los diagramas de navegación muestran cómo se encuentran organizadas las diferentes pantallas del sistema y la forma en que los usuarios pueden desplazarse entre ellas durante el uso de la aplicación móvil y la plataforma web. Su elaboración fue importante porque permitió definir un recorrido lógico entre las distintas opciones disponibles, evitando procesos innecesarios y haciendo que las funciones principales fueran fáciles de localizar.

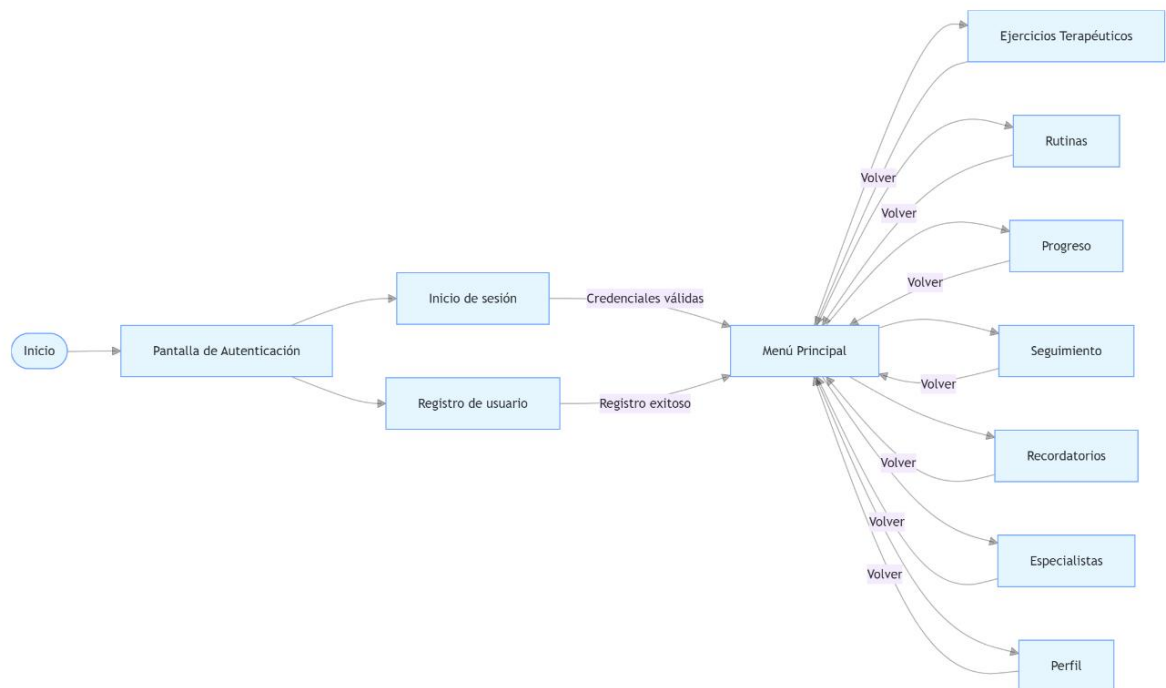
Durante esta etapa también se buscó que la navegación fuera clara e intuitiva, considerando las características de los usuarios que harán uso del sistema, especialmente los pacientes con hemiparesia, quienes pueden presentar dificultades motoras o poca experiencia en el manejo de dispositivos móviles.

4.2.2.3.1. Diagrama de Navegación de la Aplicación Móvil

Antes de desarrollar la interfaz de la aplicación se definió la forma en que estarían conectadas sus pantallas. Esto permitió organizar el recorrido que sigue el paciente desde que inicia sesión hasta el acceso a cada una de las funciones disponibles, procurando que la navegación fuera sencilla y que cualquier opción pudiera encontrarse con pocos pasos.

Durante el diseño también se tuvo en cuenta que algunos usuarios presentan limitaciones físicas ocasionadas por la hemiparesia. Por este motivo se optó por una estructura simple, con accesos directos a las funciones más utilizadas y una distribución que reduce la cantidad de acciones necesarias para completar una tarea.

Diagrama 7. Navegación de la Aplicación Móvil



Fuente: Elaboración propia, con asistencia de Lucidchart, 2026.

- Descripción del diagrama

El recorrido comienza con la pantalla de inicio de sesión. Una vez que el usuario accede correctamente, se muestra el menú principal, desde donde puede ingresar a las rutinas de rehabilitación, consultar los ejercicios asignados, registrar el avance de cada sesión, revisar el historial de progreso, configurar recordatorios y acceder a la información de su perfil. La organización de estas pantallas busca que el paciente pueda desplazarse de forma rápida entre las diferentes opciones sin perder la secuencia del tratamiento.

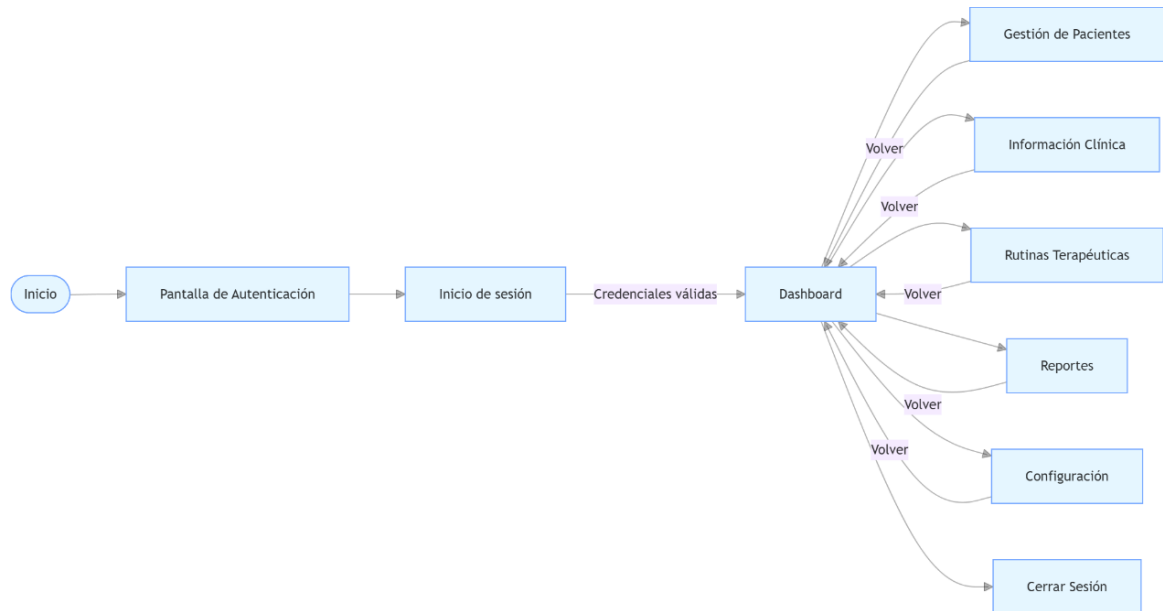
4.2.2.3.2. Diagrama de Navegación de la Plataforma Web

La plataforma web también cuenta con una estructura de navegación definida previamente al desarrollo de sus interfaces. En este caso, el objetivo fue organizar las diferentes funciones que utiliza la fisioterapeuta durante el seguimiento de los pacientes, procurando que la información estuviera distribuida de manera ordenada y fuera fácil de consultar.

La navegación se diseñó pensando en las actividades que la especialista realiza con mayor frecuencia, de modo que pudiera acceder rápidamente a los datos clínicos, actualizar la

información de los pacientes y gestionar las rutinas de rehabilitación sin recorrer múltiples pantallas.

Diagrama 8. Navegación de la Plataforma Web



Fuente: Elaboración propia, con asistencia de Lucidchart, 2026.

Descripción del diagrama

El recorrido inicia con el acceso a la plataforma mediante las credenciales de la fisioterapeuta. Después de la autenticación se presenta el panel principal, desde donde es posible consultar el listado de pacientes registrados. A partir de esta sección se puede acceder al progreso individual de cada paciente, asignar o modificar rutinas terapéuticas, registrar observaciones clínicas, revisar el historial de actividades y generar reportes de seguimiento. La distribución de estas opciones permite que la especialista encuentre la información necesaria de forma rápida y mantenga actualizado el control del proceso de rehabilitación.

4.2.2.4. Diagrama de Secuencia.

Los diagramas de secuencia se elaboraron para representar el orden en que interactúan los usuarios, las aplicaciones y los servicios de Firebase durante la ejecución de las funciones principales del sistema. A diferencia de otros diagramas, este tipo de representación permite

observar cómo se intercambian los mensajes entre los diferentes componentes desde que se inicia una acción hasta que el proceso concluye.

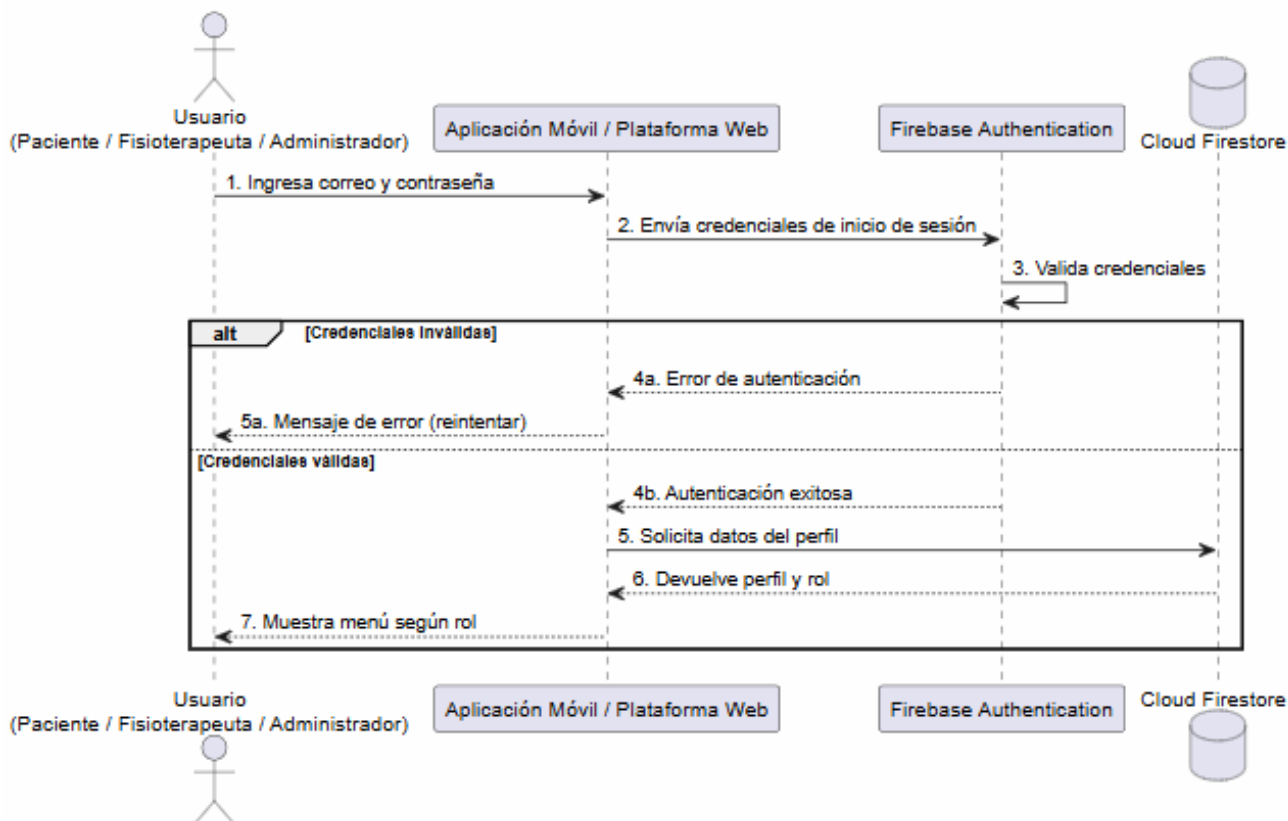
Su elaboración ayudó a comprender con mayor claridad el comportamiento interno de la aplicación móvil y de la plataforma web, además de servir como referencia durante la implementación de cada módulo. Los procesos representados corresponden al inicio de sesión, la consulta de ejercicios, la ejecución de rutinas, la revisión del historial, el monitoreo del progreso y la administración de usuarios.

4.2.2.4.1. Diagrama de Secuencia: Inicio de Sesión

El proceso de autenticación constituye el primer paso para acceder al sistema, tanto desde la aplicación móvil como desde la plataforma web. En este diagrama participan el usuario, la interfaz de la aplicación, Firebase Authentication y Cloud Firestore, servicios que trabajan conjuntamente para validar la identidad del usuario y recuperar la información correspondiente a su perfil.

La secuencia representada permite comprender cómo se realiza la comunicación entre los diferentes componentes antes de conceder el acceso al sistema.

Diagrama 9. *Diagrama de Secuencia: Inicio de sesión.*



Fuente: Elaboración propia 2026.

Descripción del diagrama

El proceso comienza cuando el usuario introduce su correo electrónico y contraseña en la pantalla de acceso. La aplicación envía estas credenciales a Firebase Authentication, donde se verifica su validez. Si la autenticación es exitosa, el sistema consulta en Cloud Firestore la información asociada al usuario y obtiene el rol que le corresponde dentro de la plataforma.

Con estos datos, la aplicación carga la interfaz adecuada según el tipo de usuario, ya sea paciente, fisioterapeuta o administrador. Si las credenciales no son válidas, el sistema informa el error y solicita que el usuario vuelva a ingresar sus datos antes de permitir un nuevo intento de acceso.

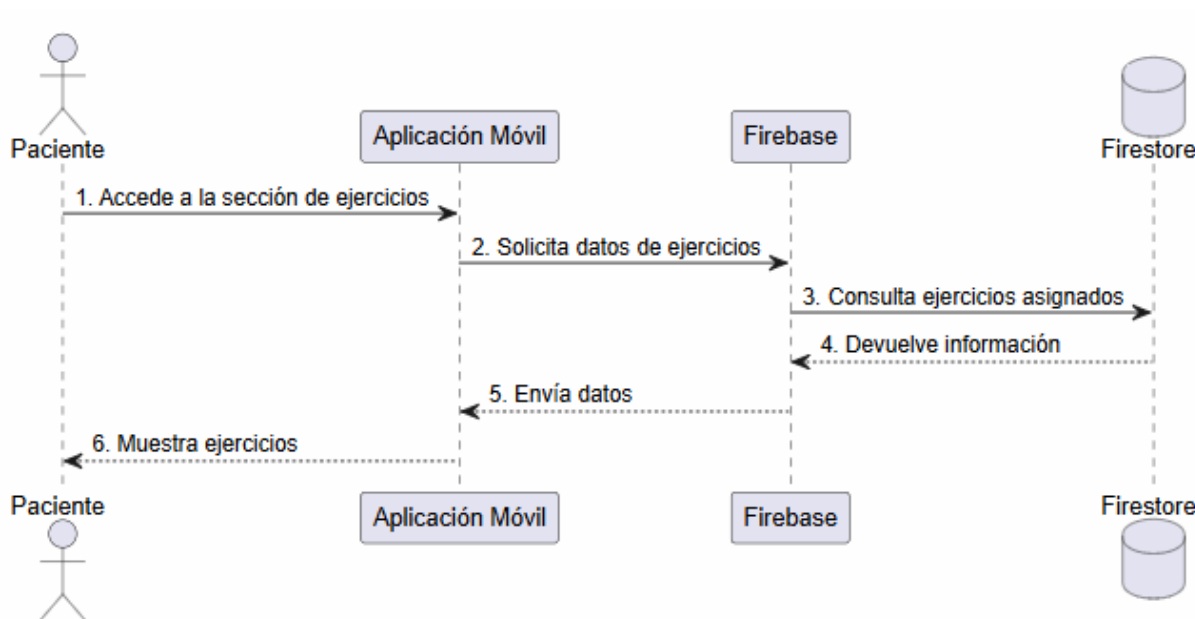
4.2.2.4.2. Diagrama de Secuencia: Consulta de Ejercicios

En este proceso participa el paciente desde la aplicación móvil. Después de iniciar sesión, el usuario accede al apartado de ejercicios y solicita las rutinas que han sido previamente asignadas.

La aplicación móvil envía una solicitud a Firebase para consultar la información correspondiente. A su vez, Firebase realiza la consulta en la base de datos Cloud Firestore, donde se encuentran almacenados los ejercicios del paciente.

Una vez obtenida la información, esta es enviada nuevamente a la aplicación móvil, donde se visualizan los ejercicios junto con sus respectivas instrucciones, imágenes y contenido multimedia necesario para su correcta ejecución.

Diagrama 10. *Consulta de Ejercicios*



Fuente: *Elaboración propia (2026).*

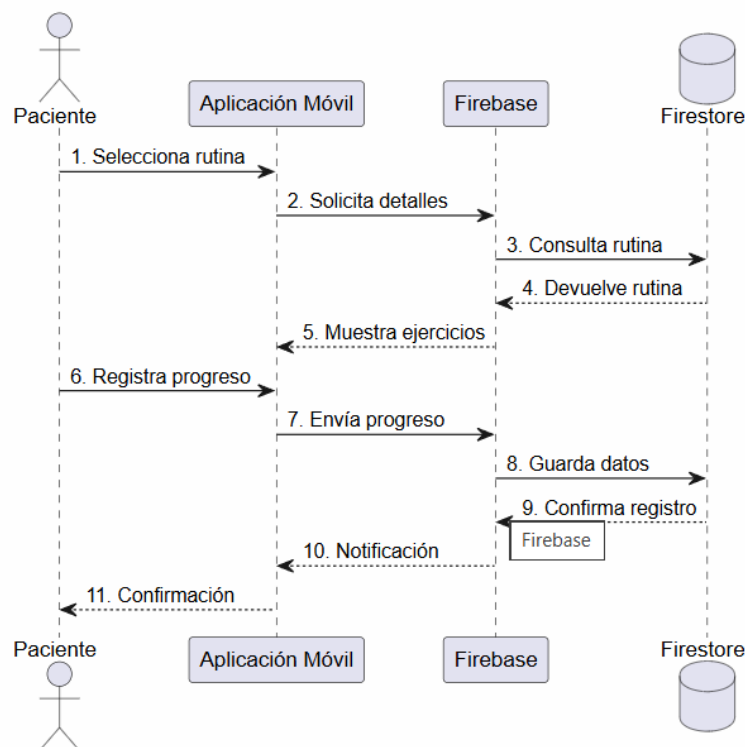
4.2.2.4.3. Diagrama de Secuencia: Ejecución y Control de Rutinas.

La ejecución de la rutina comienza cuando el paciente selecciona el día y la sesión que debe realizar. La aplicación muestra los ejercicios correspondientes y permite avanzar de uno a otro siguiendo el orden establecido.

Durante la sesión, el sistema controla el tiempo de cada ejercicio y los períodos de descanso definidos. Al completar las actividades, se registra el resultado de la rutina y la información es almacenada en Firebase. Estos datos quedan disponibles para que la fisioterapeuta pueda revisarlos posteriormente desde la plataforma web.

Este proceso también permite mantener el registro de las actividades realizadas por el paciente, lo que facilita el seguimiento de las sesiones y del cumplimiento de las rutinas asignadas.

Diagrama 11. *Diagrama de Secuencia: Ejecución y Control de Rutinas.*



Fuente: *Elaboración propia 2026.*

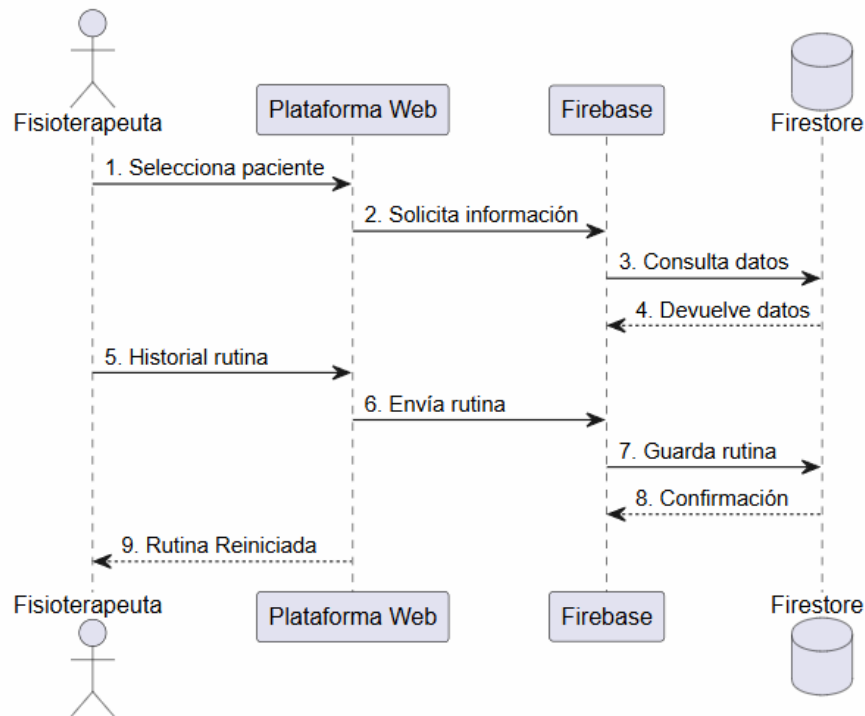
4.2.2.4.4. Diagrama de Secuencia: Consulta del Historial de Rutinas

Este proceso representa la forma en que la fisioterapeuta revisa las actividades realizadas por cada paciente desde la plataforma web. Para iniciar la consulta, la profesional selecciona al paciente y accede al apartado de rutinas.

La plataforma obtiene de Firebase los registros generados durante las sesiones realizadas por el paciente. La información permite consultar las rutinas realizadas, el día y la semana correspondiente, así como el estado y el progreso registrado en cada actividad.

La fisioterapeuta puede revisar estos datos para conocer cómo ha avanzado el paciente durante su proceso de rehabilitación. Los registros anteriores se mantienen almacenados, por lo que pueden ser consultados posteriormente como parte del historial de actividades.

Diagrama 12. Secuencia de Rutinas



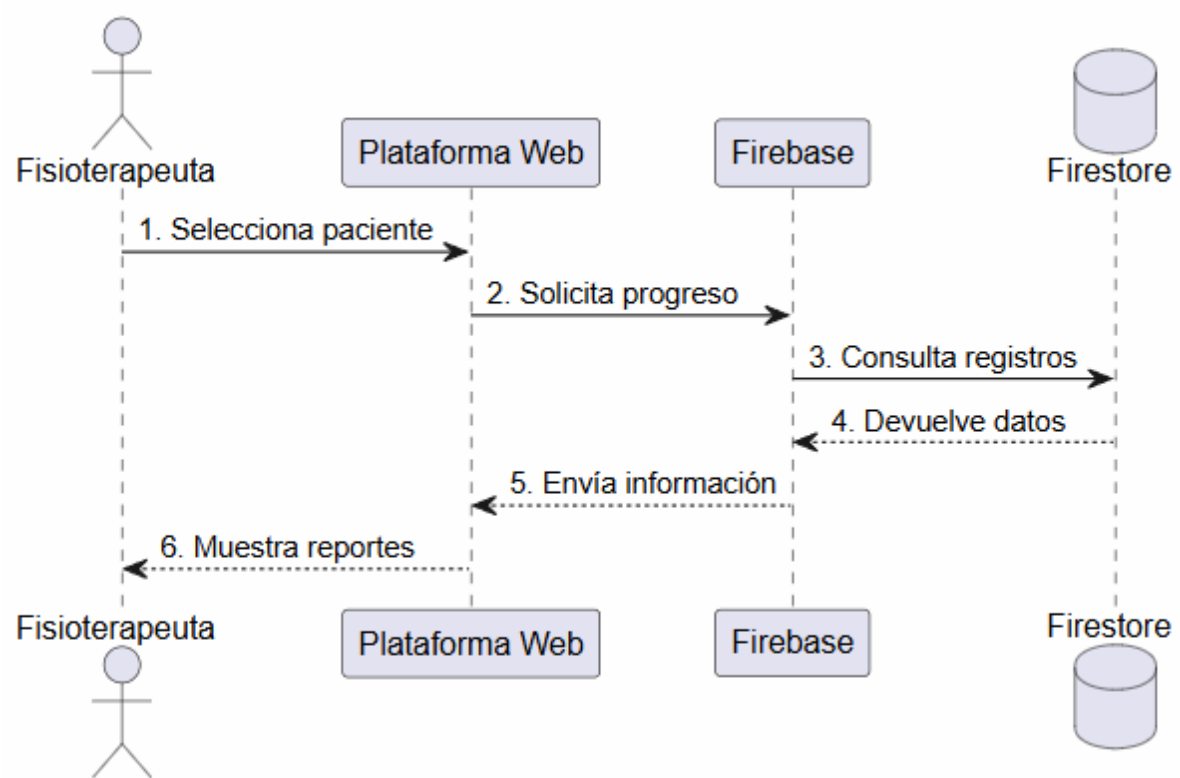
Fuente: *Elaboración propia 2026.*

4.2.2.4.5. Diagrama de Secuencia: Monitoreo de Avances

El monitoreo de avances se realiza desde la plataforma web. Para consultar la información, la fisioterapeuta selecciona al paciente y accede a los registros generados durante las sesiones realizadas.

La plataforma obtiene los datos almacenados en Firebase y los presenta para su revisión. De esta manera, la profesional puede observar las actividades realizadas, revisar el cumplimiento de las rutinas y utilizar esta información como apoyo para el seguimiento de cada paciente.

Diagrama 13. *Monitoreo de Avances.*



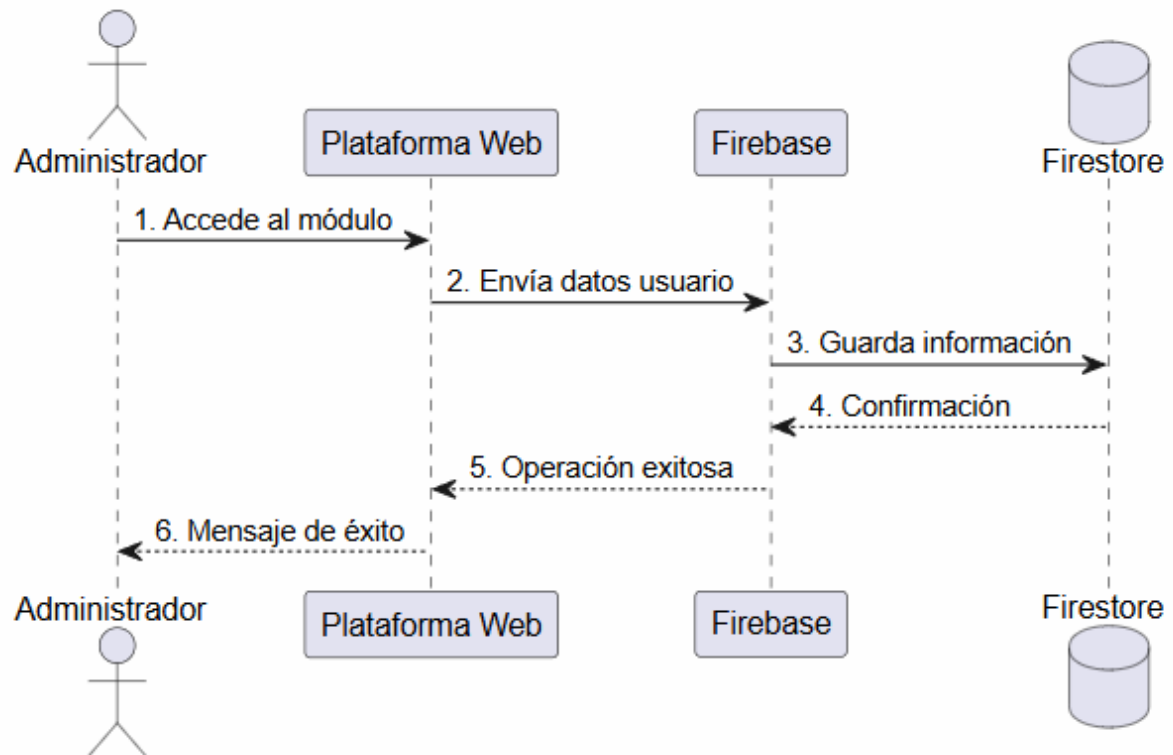
Fuente: Elaboración propia 2026.

4.2.2.4.6. Diagrama de Secuencia: Gestión de Usuarios

La gestión de usuarios corresponde a las funciones disponibles en la plataforma administrativa. En este módulo, el administrador puede registrar una nueva cuenta para la fisioterapeuta, ingresando los datos solicitados por el sistema.

Una vez completada la información, el registro se realiza mediante Firebase Authentication. Si los datos son aceptados correctamente, la cuenta queda creada y la fisioterapeuta puede utilizar sus credenciales para ingresar a la plataforma web.

Diagrama 14. *Gestión de Usuarios.*



Fuente: Elaboración propia 2026.

4.2.3. Diagrama de Despliegue UML

Descripción general

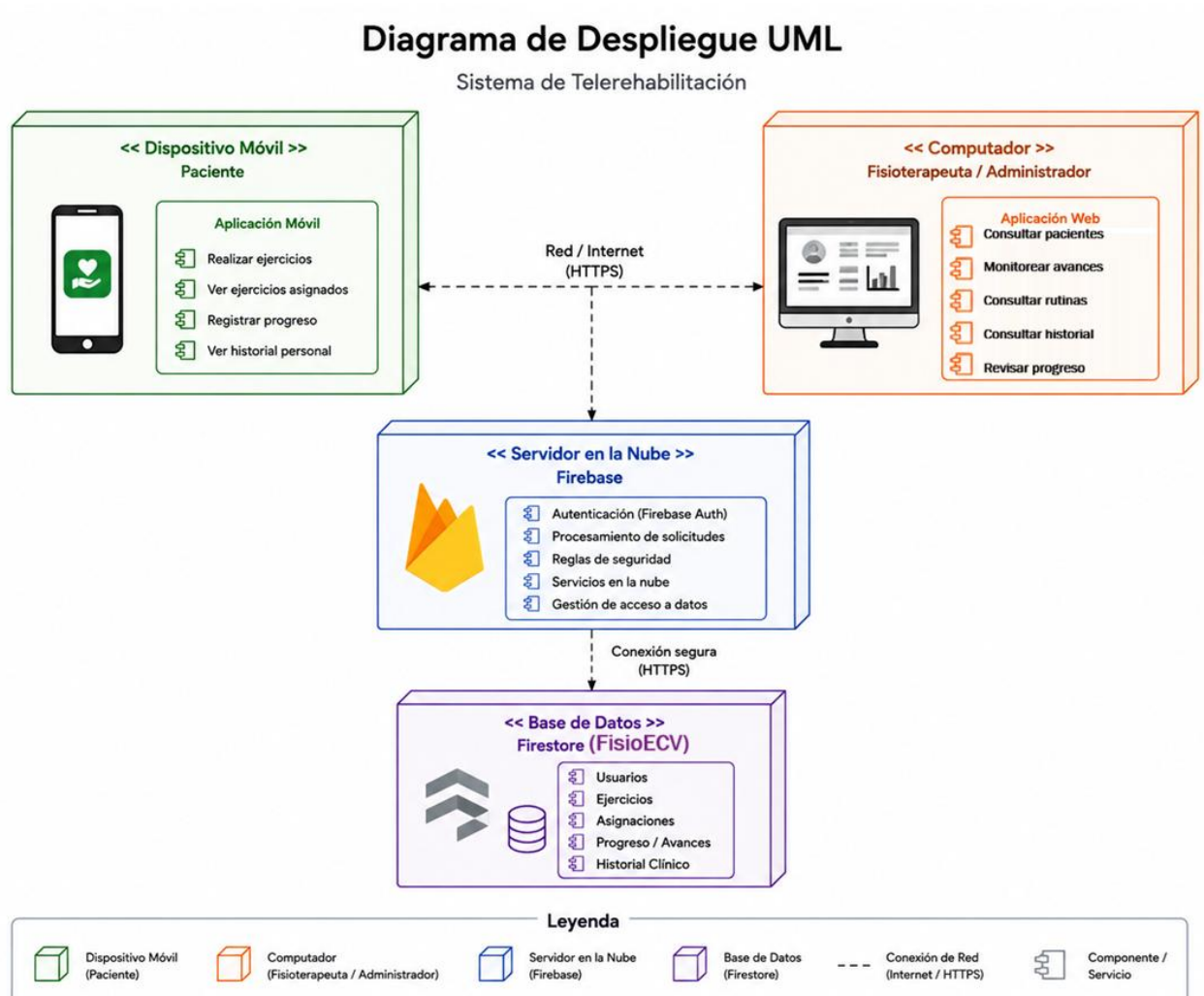
El diagrama de despliegue permite mostrar dónde se ejecutan los diferentes componentes que forman parte del sistema de telerehabilitación y cómo se conectan entre sí. En este caso, se representa la relación entre el dispositivo móvil utilizado por el paciente, el computador desde el cual la fisioterapeuta y el administrador acceden a la plataforma web, los servicios de Firebase y la base de datos utilizada para almacenar la información.

El dispositivo móvil, una aplicación sencilla, instala y ejecuta directamente en el móvil de cada paciente, enviando y mirando información a través del Internet, usando los Firebase servicios. A su vez, la fisioterapeuta y también el administrador acceden a la plataforma web con su computador. Desde allí, el revisar los datos registrados por los pacientes y además llevar a cabo las tareas de seguimiento y administración son correctas.

El Firebase, en esta configuración, funciona como punto clave, el intercambio de información entre los dos ambientes. Además de validar el acceso de los usuarios, mantiene sincronizados los datos almacenados en Cloud Firestore, donde se guardan los registros relacionados con pacientes, rutinas de ejercicios, progreso terapéutico, historial de actividades y demás información necesaria para el funcionamiento del sistema.

De esta manera, el diagrama permite observar la distribución de los componentes del sistema y la comunicación que existe entre los dispositivos utilizados por los usuarios y los servicios alojados en la nube.

Diagrama 15. Despliegue UML.



Fuente: Elaboración propia 2026.

4.2.3.1. Diseño de Base de Datos.

Para el almacenamiento de la información del sistema se utilizó Cloud Firestore, una base de datos NoSQL de Firebase. A diferencia de una base de datos relacional, Firestore organiza la información mediante colecciones y documentos, lo que se adapta a la forma en que la aplicación móvil y la plataforma web necesitan consultar y registrar los datos.

La estructura de la base de datos fue definida considerando la información que genera el sistema durante el proceso de rehabilitación, como los datos de los usuarios, ejercicios, rutinas, progreso, historial de actividades y recordatorios. Esta organización permite mantener la información disponible para la aplicación móvil y para la plataforma web, según las funciones que corresponde realizar a cada usuario.

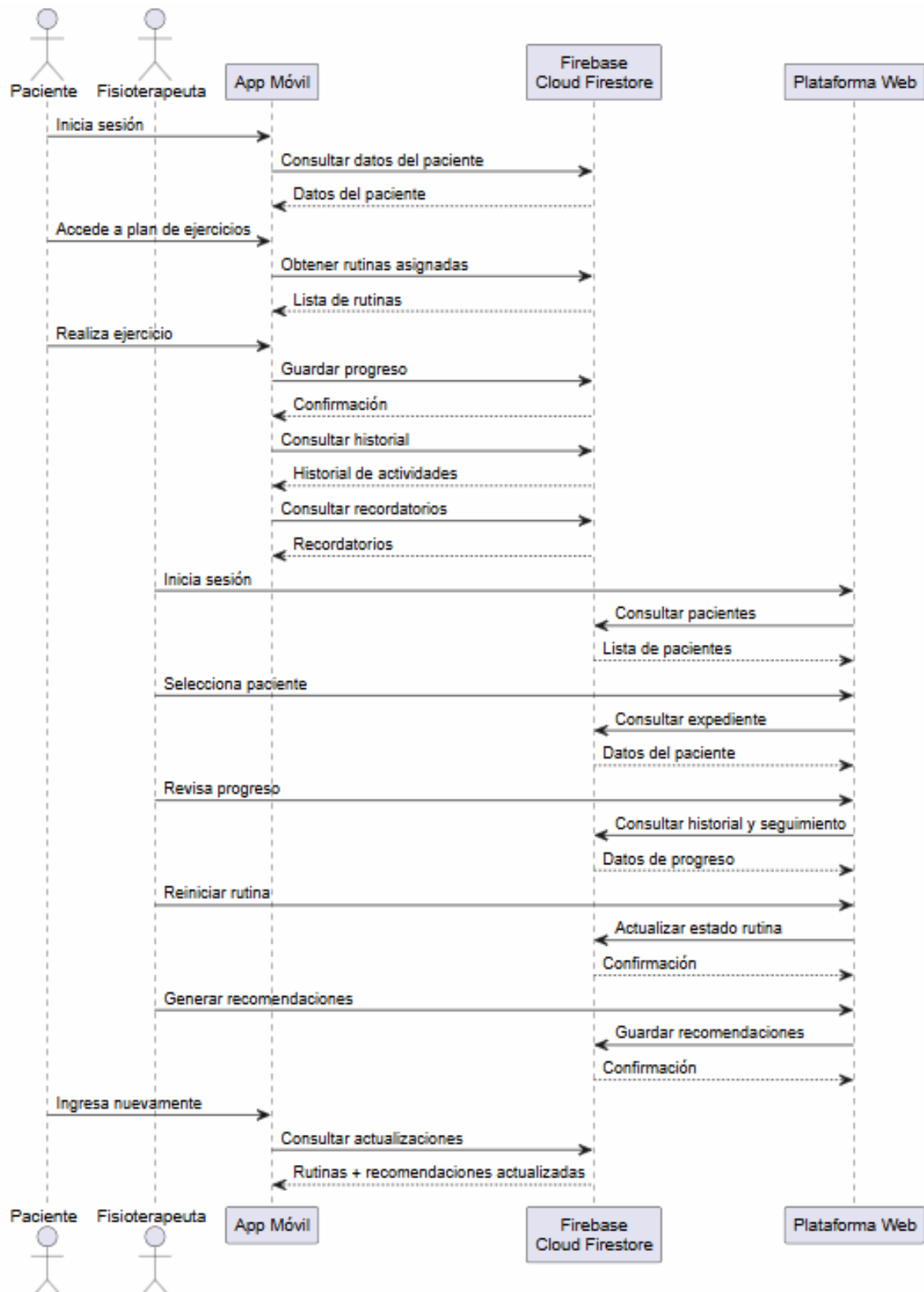
4.2.3.2. Modelo de Datos NoSQL

Debido al uso de Cloud Firestore, el diseño de la base de datos se representó mediante un modelo de datos NoSQL. En este modelo, la información se organiza mediante colecciones y documentos, y se utilizan subcolecciones cuando la estructura del sistema lo requiere.

El modelo permite visualizar de manera general cómo se encuentra organizada la información utilizada por la aplicación. En lugar de representar tablas y relaciones mediante claves foráneas, como ocurre en una base de datos relacional, se muestra la distribución de los datos de acuerdo con la estructura utilizada por Firestore.

A continuación, se presenta el modelo de datos NoSQL correspondiente a la estructura implementada en Cloud Firestore.

Diagrama 16. *Modelo de estructura de colecciones y documentos de Cloud Firestore.*



Fuente: *Elaboración propia, 2026.*

4.2.3.3. Esquema de Colecciones de Firebase Firestore

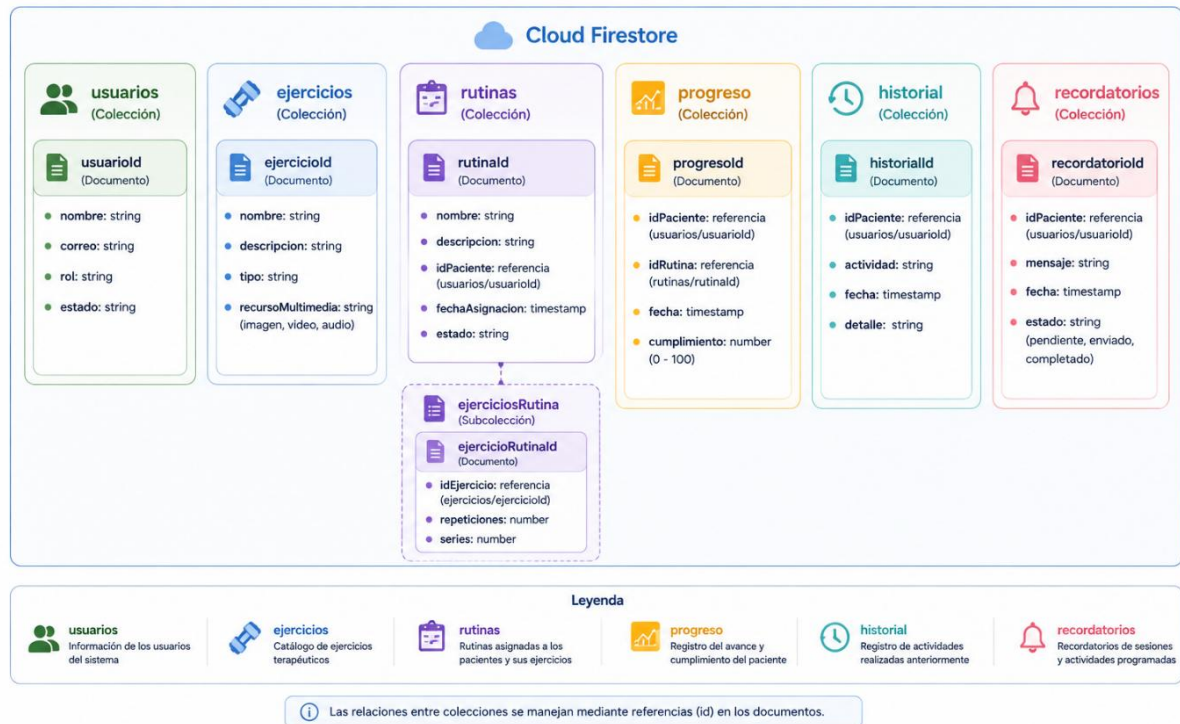
El esquema de colecciones permite describir con mayor detalle la información que se almacena en cada una de las colecciones utilizadas por el sistema. Esta organización ayuda a detectar la clase de datos que maneja la aplicación y como se emplean en el proceso de recuperación.

Según la arquitectura establecida en Cloud Firestore, el sistema distribuye los datos en colecciones distintas, cada cual destinada a guardar un tipo particular de información. Esta manera de organizar facilita el mantenimiento de los archivos ordenados y simplifica su acceso durante el uso de la aplicación y el sitio web.

- **Usuarios:** contiene la información de las personas inscritas en el sistema, además de los detalles precisos para diferenciar la clase de usuario.
- **Ejercicios:** compila los datos asociados a cada ejercicio de terapia, cubriendo sus instrucciones, una explicación detallada y los materiales multimedia empleados para su apoyo.
- **Rutinas:** guarda las secuencias de ejercicios asignadas a los pacientes junto con los ejercicios que componen dichas secuencias.
- **Progreso:** preserva los registros creados a medida que el paciente lleva a cabo las actividades, posibilitando la observación de su avance a lo largo del tratamiento.
- **Historial:** mantiene un registro de las actividades realizadas anteriormente para que puedan ser consultadas cuando sea necesario.
- **Recordatorios:** contiene los datos relacionados con los avisos programados para las sesiones de rehabilitación y otras actividades establecidas dentro de la aplicación.

La siguiente representación muestra la organización de estas colecciones dentro de Cloud Firestore y permite observar la estructura utilizada para almacenar la información del sistema.

Figura 8. Esquema de colecciones de Firebase Firestore.



Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3. Fase III: Implementación

En esta fase se llevó a cabo la construcción del sistema de telerehabilitación planteado en las etapas anteriores. El desarrollo comprendió dos componentes principales: una aplicación móvil destinada al paciente y una plataforma web utilizada por el especialista en fisioterapia para consultar y supervisar la información registrada durante el tratamiento.

La aplicación móvil se creó con Flutter. El objetivo era dar al paciente una herramienta simple para seguir su rehabilitación desde su casa. Con ella, el paciente podrá iniciar sesión, mirar las rutinas de los ejercicios. Y también registrar su progreso después de cada sesión. Al mismo tiempo, la plataforma web provee al fisioterapeuta. Le da un lugar para ver los datos de los pacientes, chequear si están siguiendo sus rutinas, notar la evolución registrada y poner sugerencias para el tratamiento.

Para almacenar y mantener sincronizada la información de ambos componentes se utilizó Firebase. Dentro de los servicios empleados se encuentran Firebase Authentication, Cloud Firestore y Firebase Storage. La integración de estos servicios permitió centralizar los datos y mantener la comunicación entre la aplicación móvil y la plataforma web.

La implementación se realizó tomando como referencia los requerimientos definidos previamente y las necesidades identificadas durante la investigación. Por esta razón, las interfaces fueron diseñadas buscando que las opciones principales fueran fáciles de localizar y que el proceso para realizar una rutina terapéutica no resultara complicado para el paciente.

Al finalizar esta fase se obtuvo un prototipo funcional compuesto por la aplicación móvil y la plataforma web, ambos conectados a los servicios de Firebase. Esto permitió comprobar el funcionamiento de los principales procesos del sistema y la transferencia de información entre el paciente y el especialista.

4.3.1. Implementación de la aplicación móvil

La aplicación móvil constituye el componente del sistema con el que interactúa directamente el paciente. Su desarrollo se centró en proporcionar acceso a las rutinas de rehabilitación y permitir que las actividades realizadas durante el tratamiento queden registradas para su posterior consulta.

La aplicación fue desarrollada utilizando Flutter, lo que permitió construir las diferentes pantallas a partir de un mismo proyecto y mantener una apariencia uniforme durante la navegación. Para la administración de las cuentas de usuario y el almacenamiento de la información se realizó la integración con los servicios de Firebase.

La aplicación cuenta con las funciones necesarias para que el paciente pueda crear y acceder a su cuenta, consultar las actividades asignadas, realizar las rutinas, revisar su progreso y administrar algunos datos relacionados con su perfil.

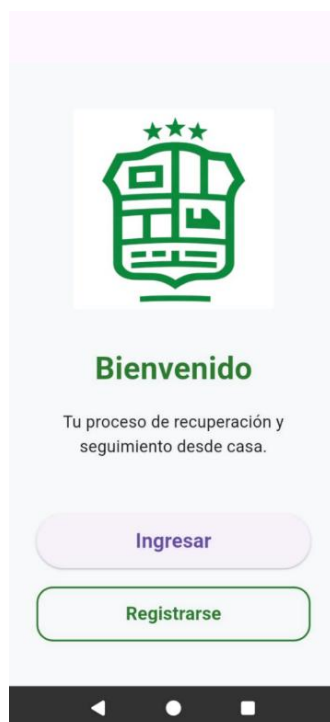
En la construcción de las interfaces se procuró mantener una navegación sencilla. Se utilizaron botones y elementos visuales claramente diferenciados para que el paciente pueda reconocer las opciones disponibles sin tener que recorrer varias pantallas para encontrar una determinada función.

4.3.1.1. Pantalla de bienvenida

La pantalla de bienvenida es la primera interfaz que encuentra el usuario al abrir la aplicación. En ella se presenta el logotipo del sistema y las opciones necesarias para continuar hacia el inicio de sesión o crear una nueva cuenta.

La pantalla fue mantenida sencilla para evitar elementos innecesarios en el primer contacto con la aplicación. Desde esta sección el usuario puede decidir si ya dispone de una cuenta o si necesita registrarse.

Figura 9. Pantalla de Bienvenida



Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.1.2. Pantalla de registro de usuarios

Para acceder a las funciones de la aplicación, el paciente debe disponer de una cuenta. El registro permite ingresar los datos solicitados por el sistema y crear las credenciales que posteriormente serán utilizadas para iniciar sesión.

La información de acceso es gestionada mediante Firebase Authentication. Una vez creado el usuario, los datos adicionales necesarios para el funcionamiento de la aplicación se almacenan en Cloud Firestore, permitiendo relacionar la información del paciente con los registros generados durante sus actividades de rehabilitación.

El inicio de sesión utiliza el correo electrónico y la contraseña registrados. Cuando los datos son correctos, el usuario puede ingresar a la pantalla principal; en caso contrario, la aplicación muestra un mensaje para que revise las credenciales ingresadas.

También se incorporó la recuperación de contraseña mediante el correo electrónico asociado a la cuenta. Esta opción permite solicitar a Firebase el envío del enlace correspondiente para restablecer el acceso.

Figura 10. *Pantalla de registro de usuarios.*

← Crear Cuenta



Información Personal

 Nombre completo

 Cédula

 Edad

 Masculino ▼

Información de Contacto

 Teléfono

 Dirección

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.1.3. Pantalla de inicio de sesión.

El módulo de inicio de sesión fue desarrollado para garantizar que únicamente los usuarios registrados puedan acceder a la información disponible dentro del sistema. Su implementación permite autenticar la identidad del paciente mediante las credenciales previamente registradas, proporcionando un acceso seguro a las funcionalidades de la aplicación.

Figura 11. *Pantalla de inicio de sesión de la aplicación móvil.*

La imagen muestra la interfaz de inicio de sesión de la aplicación 'Telerehabilitación'. En la parte superior, hay un ícono de un escudo verde con una cruz blanca. Debajo, el título 'Telerehabilitación' en verde, seguido del subtítulo 'Tu recuperación, nuestro compromiso'. Hay dos campos de entrada: 'Correo electrónico' con un ícono de correo y 'Contraseña' con un ícono de candado y un ícono para alternar visibilidad. Debajo de los campos está un botón verde que dice 'Iniciar sesión'. En la parte inferior, hay un enlace '¿Olvidaste tu contraseña?' y otro '¿No tienes cuenta? Regístrate'.

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.1.4. Recuperación de contraseña

Con el propósito de facilitar el acceso continuo al sistema, se implementó un módulo de recuperación de contraseña que permite a los pacientes restablecer sus credenciales en caso de haber olvidado la contraseña registrada durante el proceso de creación de la cuenta.

Figura 12. *Pantalla de recuperación de contraseña de la aplicación móvil.*

La imagen muestra la interfaz de recuperación de contraseña de la aplicación 'Telerehabilitación'. En la parte superior, hay un ícono de un escudo verde con una cruz blanca. Debajo, el título 'Telerehabilitación' en verde, seguido del subtítulo 'Tu recuperación, nuestro compromiso'. Hay un título 'Recuperar contraseña' y un texto que dice 'Ingresa el correo asociado a tu cuenta y te enviaremos un enlace para restablecer la contraseña.' Hay un campo de entrada 'Correo electrónico' con el valor 'camila0610mosquera@gmail.com'. Debajo del campo hay dos botones: 'Cancelar' y 'Enviar'. En la parte inferior, hay un enlace '¿No tienes cuenta? Regístrate'.

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.1.5. Pantalla principal

Después de iniciar sesión, el paciente accede a la pantalla principal de la aplicación. Esta sección reúne las opciones utilizadas con mayor frecuencia durante el proceso de rehabilitación.

Desde esta pantalla se puede acceder a las rutinas de ejercicios, consultar el progreso y revisar el perfil del usuario. La información mostrada corresponde a la cuenta que se encuentra autenticada, por lo que cada paciente visualiza únicamente los datos asociados a su propio registro. La organización mediante accesos directos permite que las funciones principales estén disponibles desde un mismo lugar, evitando una navegación innecesariamente extensa.

Figura 13. *Pantalla principal de la aplicación móvil.*



Fuente: Elaboración propia 2026.

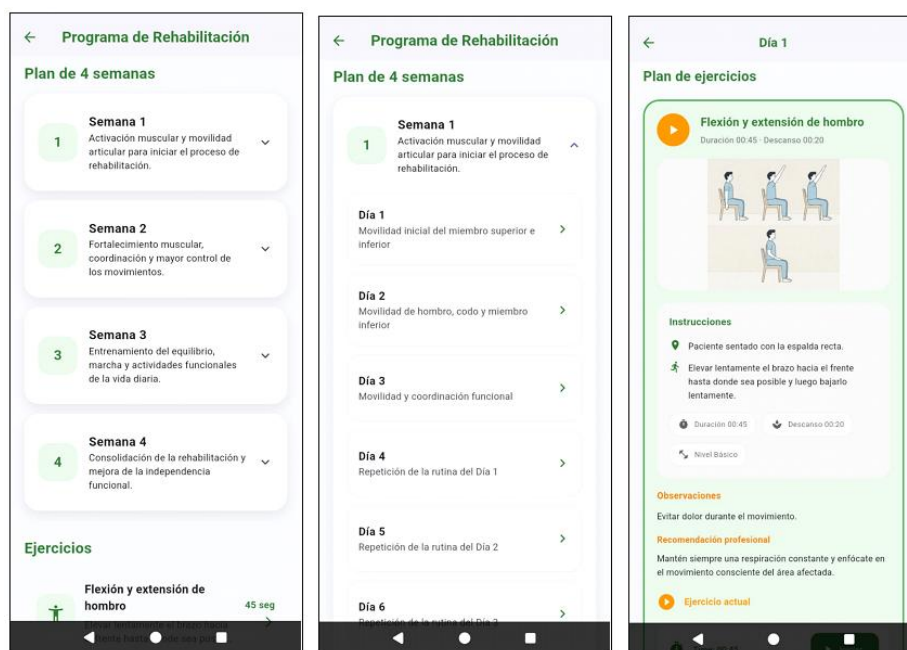
4.3.1.6. Ejercicios y ejecución de la rutina terapéutica

El módulo de ejercicios es una de las partes principales de la aplicación, ya que es el espacio desde el cual el paciente realiza las actividades establecidas para su proceso de rehabilitación. Los ejercicios se encuentran organizados de acuerdo con el programa definido para el paciente. Al seleccionar una actividad, se muestra la información correspondiente y el material utilizado como apoyo para su ejecución. Los recursos audiovisuales permiten observar la forma en que debe realizarse el movimiento antes y durante la actividad.

Durante la rutina se incorporó un temporizador que permite controlar el tiempo establecido para cada ejercicio. El paciente dispone de controles para iniciar o pausar la actividad y, cuando corresponde, continuar con el siguiente ejercicio de la rutina.

A medida que el paciente completa las actividades, la aplicación registra la información correspondiente. Estos datos posteriormente pueden ser consultados desde la plataforma web, permitiendo al especialista conocer qué actividades han sido realizadas.

Figura 14. Pantallas del módulo de ejercicios terapéuticos.



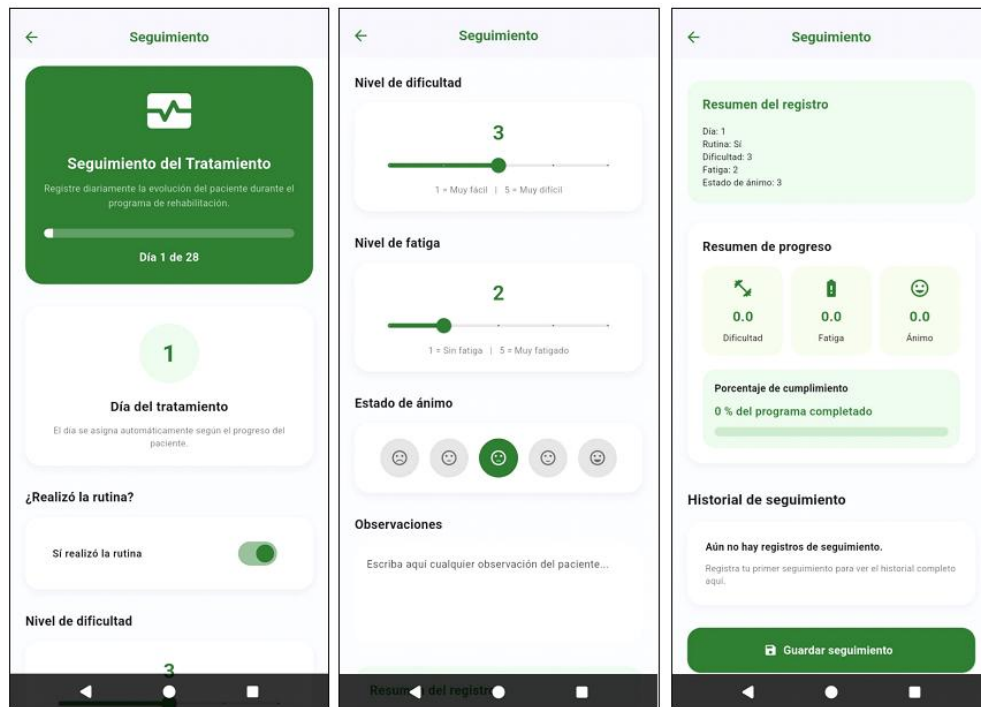
Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.1.7. Módulo de seguimiento del progreso.

La aplicación incorpora una sección destinada a que el paciente pueda consultar el resultado de las actividades que ha realizado. Cada vez que se completa una rutina, la información correspondiente se almacena en Cloud Firestore. Entre los datos registrados se encuentra la fecha de realización y el estado de cumplimiento de la actividad, junto con la información generada durante la sesión.

La consulta de estos registros permite al paciente conocer las actividades que ha realizado y observar el avance de su proceso dentro de la aplicación. Al mismo tiempo, los mismos registros quedan disponibles para el especialista, quien puede revisarlos desde la plataforma web.

Figura 15. Pantalla del módulo de seguimiento del paciente.



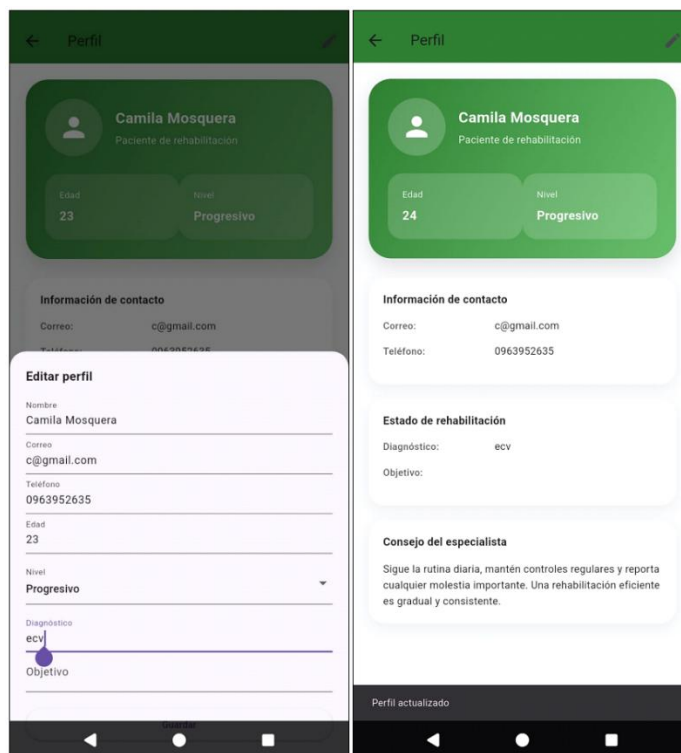
Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.1.8. Módulo de perfil del usuario.

El módulo de perfil permite consultar la información asociada a la cuenta del paciente. Los datos son obtenidos desde la información almacenada en Cloud Firestore y se presentan dentro de una interfaz independiente.

Además de la consulta de los datos del usuario, esta sección incorpora la opción para cerrar la sesión. Al utilizarla, se finaliza el acceso a la cuenta desde la aplicación y el usuario deberá autenticarse nuevamente para ingresar a sus datos

Figura 16. *Pantalla de perfil del usuario.*



Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.2. Implementación de la plataforma web del especialista

La plataforma web fue desarrollada como complemento de la aplicación móvil. Mientras la aplicación permite al paciente realizar las actividades asignadas, la plataforma proporciona al especialista un espacio desde el cual puede consultar la información generada durante el tratamiento.

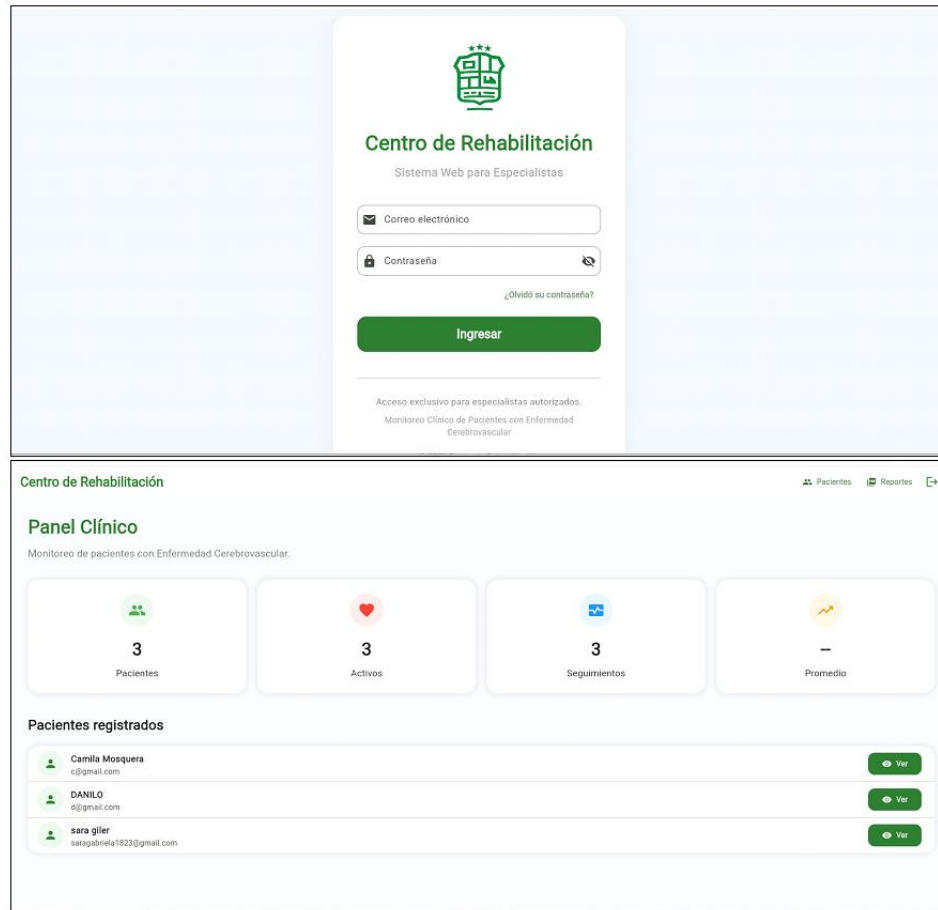
El acceso a la plataforma se encuentra protegido mediante autenticación. Una vez que el especialista inicia sesión, puede acceder al panel principal y a las diferentes opciones relacionadas con la administración y seguimiento de los pacientes. La información consultada por la plataforma proviene de Cloud Firestore. De esta manera, los registros generados desde la aplicación móvil pueden ser revisados desde el entorno web sin necesidad de trasladar manualmente los datos entre ambos componentes.

4.3.2.1. Inicio de sesión y panel principal de la plataforma web.

El especialista debe iniciar sesión utilizando las credenciales establecidas para acceder a la plataforma. La autenticación se realiza mediante Firebase Authentication y permite restringir el acceso a las funciones administrativas. Una vez validada la cuenta, se muestra el

panel principal. Desde este espacio se encuentran disponibles las opciones para consultar pacientes, revisar sus rutinas, observar el progreso y registrar recomendaciones.

Figura 17. Inicio de sesión y panel principal de la plataforma web.



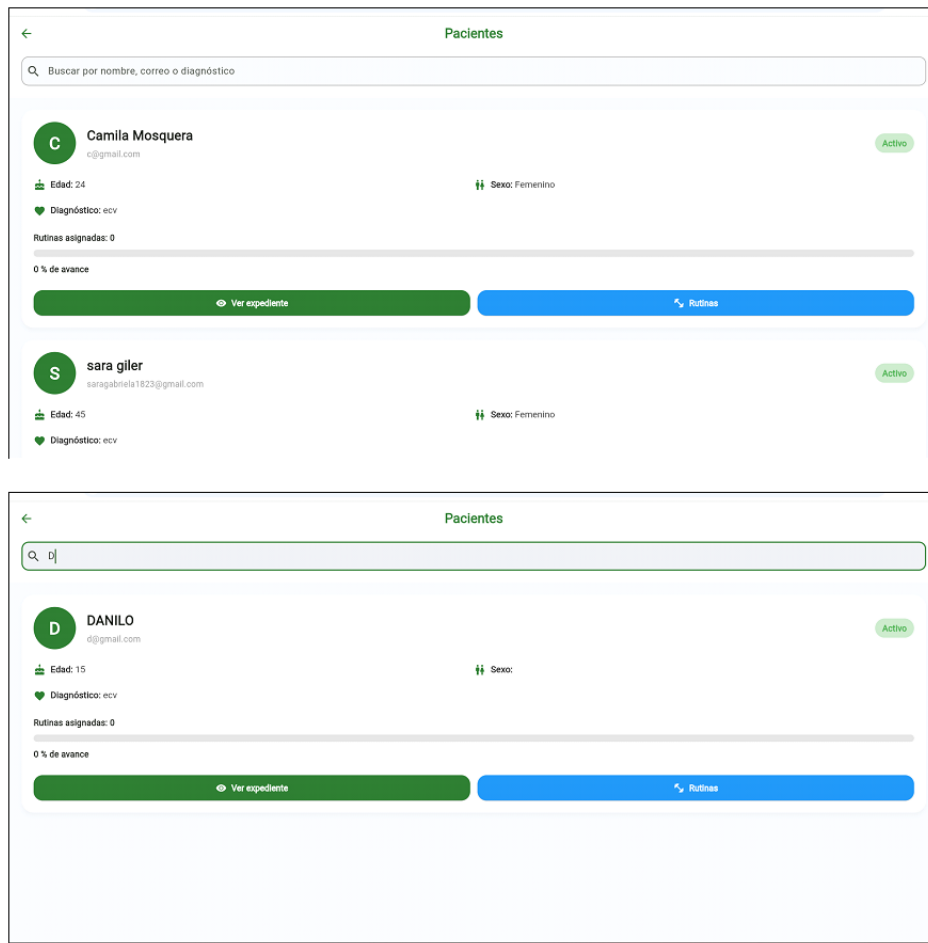
Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.2.2. Gestión y consulta de pacientes de la plataforma web.

La sección de pacientes permite al especialista consultar los usuarios registrados en el sistema. Los registros son obtenidos desde Cloud Firestore y se presentan en un listado para facilitar la localización de cada paciente.

Al seleccionar uno de los registros, la plataforma permite consultar información asociada a su proceso de rehabilitación. De esta forma, el especialista puede revisar los datos disponibles antes de analizar las actividades realizadas y el progreso registrado.

Figura 18. *Gestión de pacientes de la plataforma web.*



Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.2.3. Gestión de rutinas y seguimiento.

La plataforma permite consultar el estado de las rutinas realizadas por cada paciente. Para facilitar esta revisión, se incorporaron opciones que permiten seleccionar la semana y el día que se desea consultar.

Después de realizar la selección, el sistema muestra los ejercicios correspondientes y su estado de cumplimiento. Si no existen registros para el período seleccionado, se presenta un mensaje indicando que no se encontraron rutinas cumplidas.

También se incorporó una opción para restablecer la rutina. Esta función permite al especialista reiniciar el progreso registrado para que el paciente pueda comenzar nuevamente el programa desde el inicio cuando sea necesario.

La información consultada se obtiene desde Cloud Firestore, por lo que los registros generados durante el uso de la aplicación móvil pueden ser revisados desde la plataforma web.

Figura 19. *Módulo de gestión de rutinas terapéuticas de la plataforma web.*

The image shows two screenshots of a web application interface. The top screenshot is titled 'Rutinas del Paciente' and features a green button labeled 'Reiniciar ejercicios del paciente'. Below this, there are dropdown menus for 'Semana 1' and 'Día 1', with a note stating 'No hay rutinas cumplidas para Semana 1 - Día 1'. The bottom screenshot is titled 'Seguimiento' and includes a section for 'Registrar evolución del paciente'. This section contains a 'Nivel de dolor' scale (0-10), dropdown menus for 'Movilidad' (Buena), 'Fuerza Muscular' (Normal), and 'Equilibrio' (Estable), and a text area for 'Observaciones'. A green button 'Guardar Seguimiento' is at the bottom. Below this is a 'Historial de Seguidmientos' section showing a date '28/7/2025' and a status 'Observaciones'.

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.2.4. Visualización de la información del paciente.

La plataforma web permite al especialista consultar los registros generados durante las sesiones realizadas por el paciente. Esta información facilita la revisión del cumplimiento de las actividades y proporciona una referencia para el seguimiento del tratamiento.

Los datos son recuperados desde Cloud Firestore y corresponden a los registros generados por la aplicación móvil. De esta manera, el especialista puede consultar el avance sin que sea necesario realizar un registro manual después de cada sesión.

Figura 20. *Visualización del progreso del paciente.*

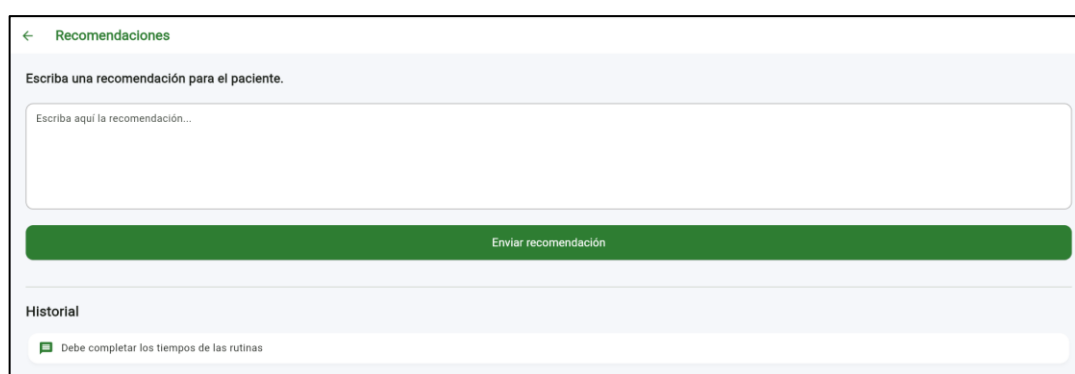
The image shows a screenshot of the 'Progreso del Paciente' module. It features a green status indicator 'Sin estado' with a date '19/7/2026'. A green button labeled 'Dolor leve' is in the top right. Below, there is a 'Nivel de dolor' scale (0/10) and a text area for 'Observaciones' with the placeholder 'Sin observaciones'.

Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.2.5. Módulo de recomendaciones.

Como complemento al seguimiento, se implementó una sección para que el especialista pueda registrar recomendaciones dirigidas al paciente. El profesional escribe la indicación correspondiente y la información se almacena en la base de datos para que pueda ser consultada posteriormente desde la aplicación móvil. También se incorporó la generación de reportes de rehabilitación. El documento reúne información del paciente y datos relacionados con las actividades registradas, permitiendo obtener un resumen del proceso realizado.

Figura 21. *Módulo de recomendaciones de la plataforma web.*



Fuente: Elaboración propia 2026.

4.3.2.6. Integración de los servicios de Firebase.

Firebase fue utilizado como soporte para los procesos que requieren almacenamiento, autenticación y manejo de archivos. Su incorporación permitió conectar la aplicación móvil con la plataforma web y centralizar la información generada durante el uso del sistema.

4.3.2.6.1. Firebase Authentication

Firebase Authentication se utilizó para administrar las cuentas y controlar el acceso de los usuarios. El servicio interviene principalmente durante el registro, inicio de sesión y recuperación de contraseña.

La utilización de este mecanismo permite que las credenciales no tengan que ser administradas directamente por la aplicación, sino que sean gestionadas mediante el servicio de autenticación utilizado por el sistema.

4.3.2.6.2. Cloud Firestore

Cloud Firestore funciona como la base de datos utilizada para almacenar la información del sistema. En ella se encuentran los datos de los pacientes y los registros generados durante las rutinas de rehabilitación.

Los registros de progreso permiten conservar información de las actividades realizadas, incluyendo datos relacionados con la semana, el día, los ejercicios y el cumplimiento de la rutina.

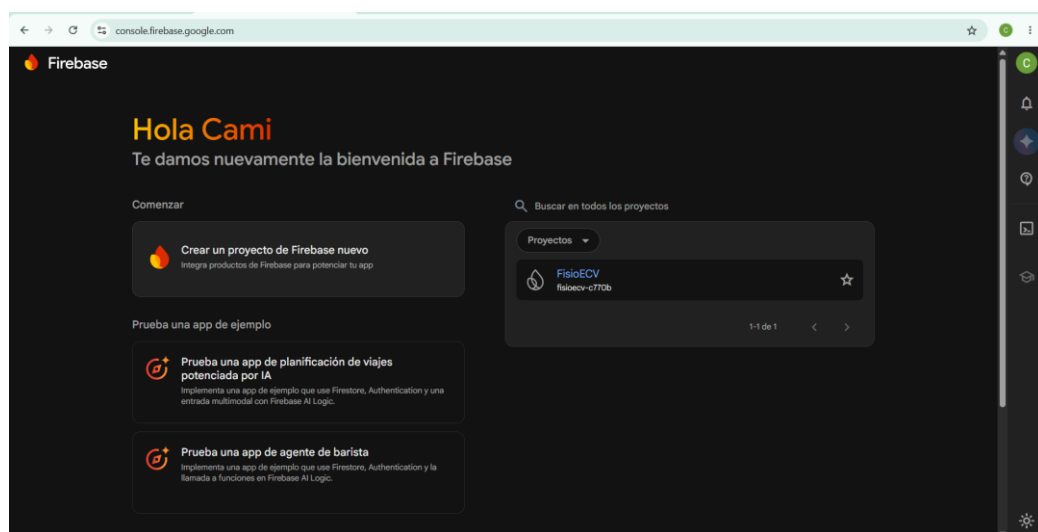
La estructura implementada permite que la aplicación móvil escriba los registros correspondientes y que posteriormente la plataforma web pueda consultarlos para realizar el seguimiento del paciente.

4.3.2.6.3. Firebase Storage

Firebase Storage fue utilizado para almacenar los recursos multimedia asociados a los ejercicios terapéuticos. De esta manera, los archivos no necesitan estar incorporados directamente dentro de la aplicación, sino que pueden ser consultados desde el almacenamiento en la nube.

Cuando el paciente accede a un ejercicio que dispone de contenido audiovisual, la aplicación obtiene el recurso almacenado y permite reproducirlo como apoyo para la ejecución de la actividad.

Figura 22. *Servicios de Firebase utilizados en el sistema.*



Fuente: Elaboración propia 2026.

4.4. Fase IV: Revisión y Retrospectiva.

Una vez terminada la implementación de la aplicación móvil y de la plataforma web, se realizó una etapa de revisión para comprobar que las funciones desarrolladas respondieran a los requerimientos establecidos. En esta parte del proyecto se probaron los diferentes módulos del sistema, tanto desde el lado del paciente como desde la plataforma utilizada por la especialista.

Las pruebas se realizaron considerando las funciones que forman parte de la propuesta, como el registro de pacientes, inicio de sesión, ejecución de rutinas, registro del progreso, recordatorios, consulta de pacientes, envío de recomendaciones y generación de reportes. También se revisó que la información ingresada desde la aplicación móvil pudiera almacenarse correctamente en Firebase y posteriormente ser consultada desde la plataforma web.

Durante esta revisión se fueron identificando pequeños aspectos que necesitaban ajustes. Estos cambios estuvieron relacionados principalmente con el funcionamiento de algunas opciones, la actualización de los datos y la forma en que se mostraba la información al usuario. La revisión permitió comprobar nuevamente cada función después de realizar las modificaciones correspondientes.

Otro aspecto considerado fue la comunicación entre la aplicación móvil, Cloud Firestore y la plataforma web. Esta comprobación fue necesaria porque varias de las funciones del sistema dependen de que la información registrada por el paciente pueda ser consultada posteriormente por la especialista.

Al finalizar las pruebas se comprobó que las funciones principales desarrolladas respondían de manera adecuada a las acciones realizadas por los usuarios. Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 13. *Prueba funcional del registro de pacientes*

Elemento	Descripción
Módulo	Registro de pacientes
Objetivo	Comprobar que un nuevo paciente pueda crear una cuenta desde la aplicación móvil.
Datos de entrada	Información personal y credenciales solicitadas durante el registro.
Resultado esperado	El sistema debe crear la cuenta y almacenar la información correspondiente en Firebase Authentication y Cloud Firestore.
Resultado obtenido	El registro se realizó correctamente y la información quedó almacenada en los servicios correspondientes.
Estado	Correcto

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 14. *Prueba funcional de inicio de sesión*

Elemento	Descripción
Módulo	Inicio de sesión
Objetivo	Comprobar el acceso del paciente mediante las credenciales registradas.

Datos de entrada	Correo electrónico y contraseña del paciente.
Resultado esperado	El sistema debe validar las credenciales y permitir el ingreso a la aplicación.
Resultado obtenido	El inicio de sesión se realizó correctamente y el usuario pudo acceder a las funciones disponibles.
Estado	Correcto

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 15. *Prueba funcional del registro de progreso*

Elemento	Descripción
Módulo	Registro de progreso
Objetivo	Comprobar que la información generada al completar las rutinas quede registrada.
Datos de entrada	Ejercicios completados durante la rutina terapéutica.
Resultado esperado	Los datos de la actividad deben almacenarse en Cloud Firestore.
Resultado obtenido	El progreso de la rutina fue registrado correctamente y posteriormente pudo ser consultado desde la plataforma web.
Estado	Correcto

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 16. *Prueba funcional de recordatorios*

Elemento	Descripción
Módulo	Recordatorios
Objetivo	Comprobar el registro de los recordatorios configurados desde la aplicación.
Datos de entrada	Fecha, hora y actividad correspondiente al recordatorio.
Resultado esperado	El sistema debe guardar la información del recordatorio para su posterior consulta.
Resultado obtenido	El recordatorio se almacenó correctamente en Firestore y quedó disponible dentro de la aplicación.
Estado	✓ Correcto

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 17. *Prueba funcional de visualización de pacientes*

Elemento	Descripción
Módulo	Gestión de pacientes
Objetivo	Comprobar que la plataforma web pueda mostrar los pacientes registrados.
Datos de entrada	Información almacenada en la colección de usuarios.

Resultado esperado	La especialista debe visualizar el listado de pacientes registrados.
Resultado obtenido	Los pacientes registrados se mostraron correctamente en la plataforma web.
Estado	✓ Correcto

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 18. *Prueba funcional del envío de recomendaciones*

Elemento	Descripción
Módulo	Recomendaciones
Objetivo	Comprobar que la especialista pueda enviar una recomendación al paciente desde la plataforma web.
Datos de entrada	Texto de la recomendación escrita por la especialista.
Resultado esperado	La recomendación debe almacenarse en Cloud Firestore y quedar disponible para el paciente.
Resultado obtenido	La recomendación fue registrada correctamente y pudo ser consultada desde la aplicación móvil.
Estado	✓ Correcto

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 19. *Prueba funcional del reinicio de rutinas*

Elemento	Descripción
Módulo	Gestión de rutinas
Objetivo	Comprobar que la especialista pueda reiniciar el estado de una rutina realizada por el paciente.
Datos de entrada	Selección de la opción Reiniciar ejercicios.
Resultado esperado	El estado de la rutina debe volver a su condición inicial para que el paciente pueda realizar nuevamente el programa.
Resultado obtenido	La rutina se reinició correctamente y el estado correspondiente fue actualizado en Cloud Firestore.
Estado	✓ Correcto

Fuente: Elaboración propia (2026).

Tabla 20. *Prueba funcional de generación de reportes*

Elemento	Descripción
Módulo	Reportes
Objetivo	Comprobar la generación del reporte relacionado con el proceso de rehabilitación.
Datos de entrada	Información registrada del paciente y de las actividades realizadas.
Resultado esperado	El sistema debe generar un reporte utilizando la información disponible en la plataforma.

Resultado obtenido	El reporte se generó correctamente y pudo ser impreso o guardado en formato PDF.
Estado	✓ Correcto

Fuente: Elaboración propia (2026).

- Resultado de la revisión

A partir de las pruebas realizadas se pudo comprobar el funcionamiento de las principales opciones implementadas. La información registrada por el paciente se almacenó correctamente y pudo ser consultada posteriormente desde la plataforma web. De igual forma, las acciones realizadas por la especialista, como el envío de recomendaciones y el reinicio de rutinas, se reflejaron en la información almacenada en Firebase.

La revisión también permitió comprobar que la aplicación y la plataforma mantienen una comunicación adecuada con los servicios utilizados para el almacenamiento de los datos. Con esto se dio paso a la última etapa, correspondiente al lanzamiento del sistema.

4.5. Fase V: Lanzamiento

Después de finalizar las pruebas y realizar los ajustes correspondientes, se procedió con el lanzamiento de la solución desarrollada. En esta etapa se dejaron preparados los dos componentes del sistema: la aplicación móvil para los pacientes y la plataforma web destinada a la especialista.

En el caso de la aplicación móvil, se realizó la configuración necesaria para disponer de una versión funcional que pudiera ejecutarse en dispositivos Android. Antes de ponerla a disposición de los usuarios se comprobó nuevamente el acceso, la consulta de las rutinas, la ejecución de los ejercicios y el registro de las actividades realizadas.

La plataforma web también fue revisada antes de su puesta en funcionamiento. Se comprobó el acceso mediante las credenciales correspondientes y la disponibilidad de las opciones destinadas al seguimiento de los pacientes. Entre estas funciones se encuentran la consulta de pacientes, la revisión de rutinas, la visualización del progreso, el envío de recomendaciones y la generación de reportes.

Uno de los puntos importantes durante esta etapa fue comprobar que ambos componentes continuaran conectados a Firebase. La aplicación móvil utiliza los servicios de autenticación y almacenamiento para registrar la información generada durante las sesiones,

mientras que la plataforma web consulta esos mismos datos para facilitar el seguimiento realizado por la especialista.

También se revisó el funcionamiento de los recursos utilizados en los ejercicios, especialmente las imágenes y videos almacenados mediante Firebase Storage. Esto permitió comprobar que el material de apoyo pudiera ser consultado desde la aplicación durante la realización de las actividades.

Con estas comprobaciones se dejó disponible el sistema para su utilización. El paciente puede acceder desde la aplicación móvil a las rutinas asignadas, realizar los ejercicios y registrar sus actividades. Por otro lado, la especialista puede ingresar a la plataforma web para consultar la información generada y dar seguimiento al proceso de cada paciente.

El lanzamiento representa la culminación del desarrollo realizado en las fases anteriores. La propuesta integra una aplicación móvil, una plataforma web y servicios en la nube dentro de una misma solución, permitiendo mantener organizada la información generada durante las actividades de rehabilitación y facilitando el seguimiento por parte de la especialista.

Finalmente, la implementación de esta propuesta permite disponer de una herramienta de apoyo para el proceso de rehabilitación domiciliaria de pacientes con hemiparesia post-ECV atendidos en el Centro de Rehabilitación Física Manabí Humana La Bramadora. Su finalidad no es reemplazar la atención de la fisioterapeuta, sino facilitar el desarrollo de las rutinas indicadas y brindar un medio para mantener un registro de las actividades realizadas.

Figura 23. Aplicación móvil y plataforma web implementadas para el sistema de telerehabilitación.



Fuente: Elaboración propia (2026).

CAPÍTULO V

5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Introducción.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la utilización de la aplicación móvil y del sistema web desarrollados como apoyo al proceso de rehabilitación de pacientes con hemiparesia posterior a un evento cerebrovascular (ECV). La evaluación tuvo como propósito comprobar, mediante su utilización en casos reales, si las funcionalidades implementadas respondían a las necesidades identificadas durante el desarrollo de la investigación.

La evaluación se realizó con dos pacientes que utilizaron la aplicación móvil para acceder a las rutinas de ejercicios asignadas y registrar las actividades realizadas. De forma complementaria, la fisioterapeuta utilizó el sistema web para consultar la información generada durante el proceso y realizar el seguimiento correspondiente.

El programa de rehabilitación incluido en la aplicación contempla un periodo de 28 días, organizado en cuatro semanas de trabajo. Los ejercicios fueron distribuidos siguiendo una secuencia progresiva, de manera que al inicio se trabajaran principalmente actividades de movilidad y coordinación, para posteriormente incorporar ejercicios relacionados con la fuerza, el equilibrio, la marcha y movimientos funcionales. Al momento de realizar la evaluación, ninguno de los dos pacientes había completado todavía el programa completo. El Paciente A había utilizado la aplicación durante tres días, mientras que el Paciente B llevaba siete días de uso. Por ello, los resultados de este capítulo se limitan al periodo efectivamente desarrollado por cada paciente.

Esta consideración es importante porque permite presentar los resultados de acuerdo con la experiencia real de los pacientes, sin atribuir resultados a actividades que todavía no habían sido realizadas. La evaluación se centra, por tanto, en los cambios observados en el acceso a los ejercicios, la organización de las rutinas, el registro de actividades y el seguimiento realizado mediante el sistema web.

5.2. Evaluación del proceso antes de la aplicación.

Antes de implementar la aplicación móvil, el proceso de rehabilitación se desarrollaba principalmente mediante consultas presenciales. Durante estas sesiones, la fisioterapeuta

explicaba y demostraba los ejercicios que posteriormente debían ser realizados por los pacientes en sus hogares.

Aunque durante las consultas la fisioterapeuta proporcionaba las indicaciones necesarias, al momento de continuar los ejercicios en casa podían presentarse algunas dificultades. El paciente debía recordar lo explicado durante la sesión o recurrir a las anotaciones que hubiera realizado. Esto podía convertirse en un inconveniente cuando necesitaba revisar nuevamente la forma correcta de ejecutar determinado ejercicio o no recordaba por completo las indicaciones recibidas.

Otra dificultad estaba relacionada con el seguimiento de las actividades realizadas en el hogar. Al no contar con un registro digital, la especialista debía conocer el desarrollo de las rutinas principalmente a partir de lo que el paciente comentaba durante las consultas. Así pues, una historia organizada no existía, permitiendo revisar directamente las tareas realizadas entre citas.

Esta situación se hizo particularmente evidente en el caso del Paciente A, quien frecuentemente tenía dificultades para llegar al centro de rehabilitación. Mantener una asistencia constante resultaba complicado debido a la distancia y las dificultades de transporte. Si bien para él no sería tan inconveniente trasladarse, el Paciente B también necesitaría tener acceso a la información sobre sus actividades durante el tiempo que estuviera recibiendo rehabilitación en casa.

La distancia y las condiciones de transporte representaban un obstáculo para mantener un seguimiento presencial constante. Por otra parte, el Paciente B no presentaba las mismas dificultades de desplazamiento, pero igualmente necesitaba una herramienta que le permitiera consultar y seguir las actividades asignadas durante el tiempo que permanecía en su domicilio.

Estas condiciones permitieron establecer un punto de comparación para analizar posteriormente la experiencia de los pacientes después de utilizar la aplicación.

5.3. Descripción del programa de rehabilitación implementado.

La aplicación móvil incorpora un programa de rehabilitación estructurado en **28 días**, distribuidos en cuatro semanas. La organización de las actividades busca proporcionar una secuencia ordenada de ejercicios que el paciente pueda consultar desde la aplicación de acuerdo con el día correspondiente.

Durante los primeros siete días se trabajaron principalmente ejercicios de movilidad y coordinación. En esta etapa se incluyeron movimientos de hombro, mano, muñeca, cadera, rodilla y tobillo, junto con actividades destinadas a mejorar la coordinación y el reconocimiento de los movimientos corporales.

Entre los días 8 y 14 se incorporaron ejercicios relacionados con movimientos funcionales y coordinación. Para ello se utilizaron actividades con objetos ligeros, movimientos de las extremidades superiores e inferiores y ejercicios que podían realizarse en distintas posiciones.

Entre los 15 y los 21 años, se incorporaron al programa actividades con un componente funcional más avanzado. Durante este periodo, se incluyeron ejercicios de equilibrio, marcha y desplazamiento, así como movimientos relacionados con las actividades cotidianas y ejercicios de coordinación.

Los últimos seis meses del programa, del 22 al 28, comprenden ejercicios de movimiento, fuerza, equilibrio, marcha y actividades funcionales. Esta fase finaliza con una evaluación del programa. De esta manera, la aplicación presenta las actividades siguiendo el día de tratamiento correspondiente, permitiendo que el paciente identifique qué ejercicios debe realizar en cada jornada.

Tabla 21. Estructura general del programa de rehabilitación

Semanas	Días	Orientación principal
Semana 1	1–7	Movilidad, coordinación y percepción corporal
Semana 2	8–14	Movilidad, coordinación y actividades funcionales
Semana 3	15–21	Equilibrio, marcha, coordinación y actividades funcionales
Semana 4	22–28	Movilidad, fuerza, equilibrio, marcha y evaluación final

Fuente: Elaboración propia (2026).

En este caso, el paciente manifestó satisfacción con el uso de la aplicación, destacando principalmente la posibilidad de continuar su tratamiento sin necesidad de desplazarse constantemente.

5.4. Evaluación después de la implementación de la aplicación

La evaluación de la aplicación se realizó mediante dos casos reales. Los pacientes comenzaron a utilizar las rutinas asignadas desde sus dispositivos móviles y pudieron consultar las actividades correspondientes a cada día del programa.

Es importante diferenciar el tiempo de utilización de cada paciente. Al momento de realizar la evaluación, el Paciente A había completado tres días de utilización, mientras que el Paciente B había alcanzado siete días.

Por lo tanto, el análisis de cada caso se realizó de acuerdo con el número de días efectivamente utilizados y no sobre los 28 días completos del programa.

5.4.1. Caso 1 – Paciente A

El Paciente A presenta dificultades para asistir frecuentemente a sesiones presenciales debido principalmente a problemas relacionados con el transporte y a las características de la zona donde reside.

Antes de utilizar la aplicación, el paciente dependía de las indicaciones proporcionadas durante las consultas para continuar con los ejercicios en su domicilio. Esta situación podía representar una dificultad cuando necesitaba recordar la forma de realizar una actividad o consultar nuevamente la rutina asignada.

Con la implementación de la aplicación, el paciente pudo acceder directamente desde su dispositivo móvil a los ejercicios correspondientes a cada día. De esta manera, las actividades quedaron organizadas y disponibles para ser consultadas desde el hogar.

Durante los tres primeros días de utilización, el paciente tuvo acceso a las rutinas correspondientes a los días 1, 2 y 3. Cada uno de estos días contempla siete ejercicios, por lo que durante este periodo se encontraban programados 21 ejercicios.

Tabla 22. Actividades programadas para el Paciente A durante los tres primeros días

Día	Ejercicios programados
Día 1	7
Día 2	7
Día 3	7
Total	21

Fuente: Elaboración propia (2026).

Durante estos primeros días, las actividades estuvieron relacionadas con movimientos de hombros, manos, muñecas, cadera, rodillas y tobillos, además de ejercicios destinados a trabajar la coordinación y la percepción corporal. El paciente también pudo dejar registrado dentro de la aplicación el desarrollo de las actividades realizadas. De esta forma, la información de las sesiones quedó disponible en el sistema y no dependió solamente de lo que el paciente pudiera recordar para comentarlo posteriormente durante una consulta.

5.4.2. Caso 2 – Paciente B

El Paciente B presenta una situación diferente, debido a que no tenía las mismas dificultades de acceso presencial que el Paciente A. Sin embargo, antes de utilizar la aplicación también existía una limitación relacionada con el seguimiento de las actividades realizadas fuera del centro de rehabilitación.

Durante la primera semana de utilización, el paciente tuvo acceso a las actividades correspondientes a los días 1 al 7 del programa.

Los días 1 al 6 contemplan siete ejercicios diarios, mientras que el día 7 corresponde a una jornada de descanso activo.

Por lo tanto, durante los seis primeros días se programaron:

$$6 \times 7 = 42 \text{ ejercicios.}$$

El séptimo día correspondió a una actividad de descanso activo.

Tabla 23. *Actividades programadas para el Paciente B durante la primera semana*

Día	Actividad	Cantidad
Día 1	Rutina de ejercicios	7
Día 2	Rutina de ejercicios	7
Día 3	Rutina de ejercicios	7
Día 4	Rutina de ejercicios	7
Día 5	Rutina de ejercicios	7
Día 6	Rutina de ejercicios	7
Día 7	Descanso activo	1 actividad
Total		43 elementos programados

Fuente: Elaboración propia (2026).

Durante este periodo, el paciente pudo consultar las actividades correspondientes a cada jornada desde la aplicación y seguir la estructura establecida para la primera semana. A

diferencia del proceso anterior, en el cual las instrucciones dependían principalmente de la explicación recibida durante las consultas, la aplicación permitió disponer de una referencia permanente para consultar los ejercicios en el momento de realizarlos.

El paciente manifestó que los ejercicios eran fáciles de comprender y ejecutar y que no experimentó incomodidad durante el uso de la aplicación. También valoró positivamente la organización de las rutinas, debido a que podía identificar las actividades correspondientes al día que debía realizar.

En este caso, el principal aporte de la aplicación no estuvo relacionado con solucionar una dificultad de transporte, sino con proporcionar mayor organización y claridad durante la realización de las actividades en el hogar.

5.5. Comparación de resultados antes y después

A partir de los dos casos evaluados se pudieron identificar cambios en diferentes aspectos del proceso de rehabilitación.

Antes de incorporar la aplicación, el acceso a las indicaciones dependía principalmente de las consultas presenciales y de la información que el paciente pudiera conservar de ellas. Con la herramienta implementada, las rutinas quedaron disponibles en el dispositivo móvil y pudieron ser consultadas durante la realización de los ejercicios. De igual manera, se incorporó al sistema el registro de las actividades realizadas, una función que anteriormente no se encontraba disponible de forma digital con la implementación de la herramienta, las actividades pudieron registrarse dentro del sistema.

Tabla 24. *Comparación de resultados.*

Aspecto evaluado	Antes de la aplicación	Después de la aplicación	Cambio observado
Acceso a ejercicios	Dependía de las indicaciones recibidas en consulta	Disponible directamente en la aplicación	Mayor facilidad de consulta
Organización de rutinas	Dependía de la memoria o anotaciones	Rutinas organizadas por día	Mayor organización
Registro de actividades	No existía registro digital	Registro mediante la aplicación	Mayor disponibilidad de información
Seguimiento del paciente	Principalmente presencial	Apoyado mediante registros digitales	Mayor posibilidad de seguimiento
Acceso desde el hogar	Condicionado por las circunstancias del paciente	Disponible desde el dispositivo móvil	Facilita la continuidad del tratamiento

Consulta por la especialista	Dependía principalmente de lo informado durante la consulta	Información disponible mediante el sistema web	Mayor información para el seguimiento
------------------------------	---	--	---------------------------------------

Fuente: Elaboración propia (2026).

Al comparar ambos escenarios, la principal diferencia radica en cómo se consulta y conserva la información relacionada con las rutinas. Antes de usar la aplicación, el paciente debe basarse en las explicaciones recibidas durante la atención presencial y en su propia memoria para registrar los ejercicios. Con la herramienta utilizada, las actividades se organizan dentro de la aplicación y se pueden revisar según sea necesario. Además, los registros generados durante el uso de la aplicación quedan disponibles para su posterior consulta por parte de la especialista, lo que aporta información adicional para el seguimiento del tratamiento.

5.6. Seguimiento mediante el sistema web

La aplicación móvil fue complementada con un sistema web destinado a la fisioterapeuta. La finalidad de este componente fue permitir que la especialista pueda consultar la información relacionada con los pacientes y realizar un seguimiento de las actividades registradas.

Durante la evaluación, la fisioterapeuta utilizó el sistema web para consultar la información generada por los pacientes. Esto permitió complementar la información obtenida durante las consultas presenciales con los registros producidos durante el uso de la aplicación.

Esta funcionalidad permite ampliar el seguimiento más allá de las consultas presenciales. Mientras el paciente realiza las actividades desde su domicilio, la aplicación registra la información correspondiente a las rutinas realizadas. Estos datos pueden ser revisados posteriormente por la especialista a través del sistema web, lo que le permite contar con información adicional sobre el trabajo desarrollado por cada paciente.

De esta forma, los dos componentes del sistema cumplen funciones relacionadas entre sí. La aplicación móvil está destinada al paciente y permite consultar y registrar las actividades, mientras que la plataforma web está orientada a la fisioterapeuta y le permite revisar la información generada durante el proceso. La comunicación entre ambos componentes facilita que los registros realizados desde el dispositivo móvil estén disponibles para el seguimiento profesional.

5.7. Resultados observados durante la evaluación

Los resultados obtenidos durante la utilización inicial de la aplicación muestran cambios principalmente relacionados con la organización y seguimiento de las rutinas.

En el caso del Paciente A, la aplicación permitió que las actividades correspondientes a los tres primeros días estuvieran disponibles desde el hogar. Esto fue especialmente importante debido a las dificultades de transporte que presenta el paciente.

En el caso del Paciente B, la aplicación permitió consultar de forma organizada las actividades correspondientes a los primeros siete días del programa. La experiencia del paciente mostró una valoración positiva respecto a la comprensión y facilidad de ejecución de los ejercicios.

También se comprobó el funcionamiento del registro de actividades y la posibilidad de que la información generada pueda ser consultada mediante el sistema web por la fisioterapeuta.

Estos resultados muestran que la aplicación responde a varias de las dificultades identificadas inicialmente: la dependencia de la memoria para recordar los ejercicios, la falta de organización de las rutinas y la ausencia de un mecanismo digital de seguimiento.

5.8. Interpretación de resultados

Los resultados obtenidos permiten interpretar que la aplicación desarrollada cumple una función de apoyo dentro del proceso de rehabilitación, principalmente en lo relacionado con el acceso, organización y seguimiento de las actividades.

Durante proceso, los pacientes podían ver desde la aplicación móvil las tareas pendientes de cada día. El Paciente A halló muy útil esta característica ya que él tiene problemas de movilidad hasta el sitio de rehabilitación, logrando ver sus ejercicios en su hogar. Con el Paciente B le pareció que era de gran ayuda para el apoyo diario de las terapias debido que no sabía recordar cuales eran los ejercicios que tenía que implementar cada día. También se comprobó que el sistema permitía guardar las actividades realizadas y que estos registros podían ser revisados posteriormente por la fisioterapeuta desde la plataforma web. No obstante, estos resultados corresponden únicamente al periodo inicial de prueba, considerando que el programa fue diseñado para 28 días y que, al momento de la evaluación, los pacientes habían utilizado la aplicación durante tres y siete días, respectivamente. Por este motivo, los resultados obtenidos no deben interpretarse como una evaluación definitiva de todo el programa de rehabilitación.

Tampoco se puede afirmar, a partir de este periodo de evaluación, que la aplicación haya producido por sí sola una recuperación clínica de la hemiparesia. La recuperación física requiere una valoración profesional y un periodo de seguimiento más prolongado.

Lo que sí puede establecerse a partir de la experiencia observada es que la solución tecnológica facilitó el acceso a las rutinas, permitió organizar las actividades por día, incorporó el registro digital de las actividades y proporcionó a la fisioterapeuta una herramienta adicional para realizar el seguimiento de los pacientes.

Por lo tanto, la aplicación cumplió con el propósito planteado en la investigación de brindar un apoyo tecnológico al proceso de rehabilitación y de reducir algunas de las dificultades relacionadas con el seguimiento de las actividades realizadas fuera del centro de atención.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

Al finalizar el desarrollo de la aplicación móvil y del sistema web de seguimiento, y después de realizar pruebas de utilización con pacientes del contexto de estudio, fue posible establecer conclusiones relacionadas con el cumplimiento de los objetivos planteados y con la problemática identificada inicialmente.

A partir del análisis realizado, se pudo comprobar el proceso de rehabilitación se pudo comprobar que existían dificultades relacionadas con el seguimiento de las actividades realizadas fuera de las sesiones presenciales. Los pacientes dependían principalmente de las indicaciones proporcionadas por la fisioterapeuta y de su propia capacidad para recordar los ejercicios que debían realizar en casa. Además, no se disponía de un mecanismo digital que permitiera registrar de manera organizada las actividades realizadas y facilitar posteriormente su consulta por parte de la especialista.

Respecto al desarrollo e implementación de la aplicación móvil, permitió mejorar la forma en que los pacientes acceden a sus rutinas de rehabilitación. Los ejercicios fueron organizados de acuerdo con un programa de 28 días, permitiendo que el paciente pueda consultar las actividades correspondientes a cada jornada desde su dispositivo móvil. Durante las pruebas realizadas, los pacientes pudieron utilizar las rutinas asignadas de acuerdo con el periodo que llevaban dentro del programa, evidenciando que la aplicación puede funcionar como una herramienta de apoyo para continuar las actividades desde el hogar.

Destaca el resultado del paciente que tenía dificultades para venir a menudo al centro de rehabilitación. En su caso, pudo contar con las rutinas disponibles desde el teléfono, lo que permitió realizar en casa las actividades indicadas por la especialista y mantener la continuidad de los ejercicios durante los días evaluados. Esto indica que la aplicación puede ser de utilidad en aquellos pacientes que tienen problemas para asistir presencialmente debido a la distancia o a problemas de transporte.

En relación con el seguimiento, la aplicación permitió incorporar el registro de las actividades realizadas por los pacientes. Esta funcionalidad representa una diferencia respecto al proceso anterior, debido a que la información sobre las actividades realizadas ya no depende únicamente de lo que el paciente pueda recordar o comunicar durante una consulta. Los registros generados durante el uso de la aplicación proporcionan información adicional que puede ser utilizada para realizar el seguimiento del proceso.

Por otra parte, la plataforma web permitió que la especialista pueda consultar la información generada por los pacientes y utilizarla como apoyo para el seguimiento. De esta manera, la solución desarrollada establece una conexión entre las actividades realizadas desde la aplicación móvil y la supervisión realizada por la especialista. Esto contribuye a que el seguimiento no dependa exclusivamente de las consultas presenciales.

También se pudo comprobar, durante las pruebas realizadas, que los pacientes participantes pudieron utilizar la aplicación sin presentar dificultades importantes relacionadas con su funcionamiento. En las pruebas los pacientes manifestaron comprender las indicaciones de los ejercicios y usar la aplicación sin mayores problemas. Este resultado es importante, ya que la herramienta fue pensada para personas que pueden presentar limitaciones motoras y necesitan acceder a las actividades de una manera sencilla. Debe tenerse en cuenta, igualmente, que los resultados son exclusivamente para el periodo en que se realizaron las pruebas.

El programa desarrollado contempla 28 días de actividades; sin embargo, al momento de la evaluación, uno de los pacientes llevaba tres días utilizando la aplicación y el otro había alcanzado siete días. Por esta razón, los resultados obtenidos permiten comprobar principalmente la utilidad inicial de la herramienta para organizar, consultar y registrar las actividades, pero no permiten afirmar una recuperación clínica definitiva del paciente ni evaluar el comportamiento de todo el programa de 28 días.

Finalmente, se concluye que la aplicación móvil y el sistema web desarrollados cumplen con el propósito de brindar un apoyo tecnológico al proceso de rehabilitación. La solución no pretende sustituir la atención de la fisioterapeuta, sino facilitar el acceso a las rutinas, el registro de las actividades y el seguimiento de los pacientes entre las sesiones presenciales. Las pruebas realizadas permitieron comprobar que las funcionalidades implementadas responden a varias de las necesidades identificadas durante la investigación y que la herramienta puede continuar utilizándose y mejorándose dentro de la institución.

6.2. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos durante el desarrollo y las pruebas de utilización de la aplicación móvil y el sistema web, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer su funcionamiento y facilitar su continuidad dentro del proceso de rehabilitación.

Se sugiere continuar utilizando la aplicación con un mayor número de pacientes, con el propósito de obtener una cantidad más amplia de información sobre su funcionamiento y conocer su comportamiento frente a diferentes necesidades y condiciones de rehabilitación. Esto permitirá ampliar la experiencia obtenida durante las pruebas iniciales y disponer de más elementos para futuras evaluaciones.

La asignación y modificación de las rutinas continúe bajo la supervisión de la fisioterapeuta, debido a que los ejercicios deben responder a las condiciones y necesidades

particulares de cada paciente. La aplicación debe mantenerse como una herramienta de apoyo al tratamiento y no como un sustituto de la valoración profesional.

También resulta conveniente incorporar notificaciones y recordatorios personalizados para informar a los pacientes sobre las rutinas pendientes y los horarios establecidos para realizar sus actividades. Esta funcionalidad podría favorecer la constancia en el cumplimiento de las rutinas y reducir la posibilidad de olvidar las sesiones programadas.

Asimismo, se plantea fortalecer el sistema de seguimiento mediante reportes e historiales de progreso, de manera que la fisioterapeuta pueda consultar de forma organizada las actividades realizadas por cada paciente, las rutinas completadas y el comportamiento del cumplimiento a lo largo del tiempo. Esto permitiría revisar con mayor facilidad la información obtenida durante las sesiones y contar con un historial que sirva como referencia para el seguimiento de cada paciente.

De igual manera, se recomienda continuar incorporando recursos visuales en las rutinas, procurando que las instrucciones sean directas y fáciles de seguir. La inclusión de nuevos videos, imágenes o demostraciones podría ser útil para aquellos pacientes que necesiten volver a consultar cómo se realiza determinado ejercicio.

También se recomienda una orientación inicial a los pacientes y familiares o cuidadores que participen en el proceso de rehabilitación. Esta orientación debe dar a conocer aspectos básicos como ingresar a la aplicación, consultar las rutinas y registrar las actividades. Así, los usuarios podrán familiarizarse con la herramienta antes de utilizarla de forma habitual.

De igual forma, es conveniente evaluar periódicamente la aplicación teniendo en cuenta las opiniones de los pacientes y de la fisioterapeuta. Estas evaluaciones permitirán conocer qué aspectos funcionan adecuadamente y cuáles necesitan ajustes o mejoras en próximas versiones.

Asimismo, se sugiere mantener las medidas de seguridad y control de acceso implementadas en el sistema, ya que la aplicación trata información relacionada con los pacientes y su proceso de rehabilitación. Las futuras modificaciones deberán mantener mecanismos de autenticación y protección de los datos con el fin de reducir el riesgo de accesos no autorizados.

Finalmente, se sugiere dar continuidad al proyecto mediante futuras mejoras y actualizaciones, aprovechando la experiencia obtenida durante las pruebas realizadas. La aplicación puede evolucionar de acuerdo con las necesidades de la institución, de la

fisioterapeuta y de los pacientes, permitiendo incorporar nuevas funcionalidades sin perder el objetivo principal de facilitar el seguimiento de las rutinas de rehabilitación.

Bibliografía

- Creative Commons. (2021). *Guía de neurorrehabilitación del paciente con daño cerebral adquirido*.
Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485321001377>
- 9241-210, I. (2022). *Information security management systems*.
- Acosta, F. (2023). *Human-centered design in neurorehabilitation technologies*. *Journal of Digital Health Innovation*. Obtenido de <https://doi.org/10.1177/jdhi.2023.00412>

- Actualizaciones en el aprendizaje motor: Implicaciones para la práctica y la formación de fisioterapeutas*. (25 de Octubre de 2021). Obtenido de NIH: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8793168/>
- American Heart Association. (16 de Mayo de 2022). *Heart Disease and Stroke Statistics*. Obtenido de <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001075>
- Asqui, A. I. (s.f.). *Integración de tecnologías emergentes en fisioterapia: revisión narrativa y lineamientos estratégicos para la innovación en Ecuador*. Obtenido de <https://www.reincisol.com/ojs/index.php/reincisol/article/view/1118>
- Association, A. S. (2023). *Hemiparesis: Understanding post-stroke weakness*.
- Bakas, T. (16 de Febrero de 2021). *Cuidado familiar de personas que han sufrido un derrame cerebral y la pandemia de COVID-19: impacto y direcciones futuras*. Obtenido de Stroke: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.120.033525>
- Bates, D., & Singh, H. (2021). *Health Affairs*. Obtenido de Two decades since To Err Is Human: An assessment of progress and emerging priorities in patient safety: <https://www.healthaffairs.org/doi/10.1377/hlthaff.2020.01470>
- Bernal, G. S. (2023). *Feedback mechanisms in telerehabilitation and their impact on motor accuracy and adherence*. *Digital Rehabilitation Journal*. Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01057>
- Borges, F. (2022). *Clinical decision support systems in rehabilitation*. *BMC Health Services Research*. Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08325-z>
- Cao, W., Kadir, A. A., Tang, W., Wang, J., & Hassan, J. Y. (2024). *Eficacia de las intervenciones mediante aplicaciones móviles para supervivientes de accidentes cerebrovasculares: revisión sistemática y metaanálisis*. Obtenido de BMC: <https://bmcmmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-023-02391-1>
- Carter, B. (2021). *Health data security and digital clinical systems: Frameworks and best practices*. *Journal of Medical Systems Security*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jmss.2021.104>
- Chen, J. (2022). *Remote rehabilitation outcomes after stroke*. *Stroke*.
- Cramer, S. (2021). *Digital therapeutics in motor rehabilitation: Evidence and clinical implications*. *Neurology & Rehabilitation Advances*. Obtenido de <https://doi.org/10.1097/nra.2021.00412>
- Cramer, S. (2021). *Digital therapeutics in neurorehabilitation*. *Nature Reviews Neurology*. Obtenido de <https://doi.org/10.1038/s41582-021-00530-4>
- Cramer, S. C. (2021). *Digital motor rehabilitation: Visual guidance and remote execution*. *Neurorehabilitation & Neural Repair*. Obtenido de <https://doi.org/10.1177/15459683211023456>
- Creswell, J. &. (2022). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (6th ed.)*. SAGE Publications.
- Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2020). *Telemedicina 2020 y la próxima década*. doi:[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30424-4/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30424-4/abstract)
- Flick, U. (2022). *An Introduction to Qualitative Research (7th ed.)*. Sage Publications.

- Galea, O. A. (2023). *Educational multimedia resources in telerehabilitation: Effects on adherence and motor learning*. *Journal of Telemedicine & Rehabilitation*. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/telemedrehab.2023.00987>
- García-Molina, A. (Noviembre de 2025). *Teleictus: Un enfoque novedoso para la rehabilitación post-ictus*. Obtenido de <https://www.strokejournal.org/>
- George, T. (2021). *Mixed Methods Research – Definition, Guide & Examples*. Scribbr. Obtenido de https://www.scribbr.com/methodology/mixed-methods-research/?utm_source=chatgpt.com
- George, T. (2023). *Operational planning in mixed-methods health research*. *Health Research Methods Journal*.
- Gómez, L. (2022). *Deductive frameworks in digital health system design*. *Digital Health Research Review*. Obtenido de <https://doi.org/10.1177/dhrr.2022.0007>
- González-Veja, A. M. (s.f.). *scielo*. Obtenido de https://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2184-77702022000500004
- Hernández, R. &. (2020). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hernández, S. (2022). *Digital patient management systems in neurorehabilitation*. *International Journal of Medical Informatics*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505622000053?via%3Dihub>
- Hernández-Sampieri, R. (2021). *Metodología de la investigación (7.ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Herrera, M. (2021). *Validación de fuentes de información en investigaciones aplicadas*. *Revista Metodológica Universitaria*.
- Ionic Framework. (2023). *Hybrid mobile app development*. Obtenido de <https://ionicframework.com/>
- ISO/IEC. (2022). *Information security management systems*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/77520.html>
- Khan, S. (2021). *ReMoS: A mobile-web rehabilitation system with real-time feedback*. *IEEE Access*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
- Kitchenham, B. (2020). *Experimental methods in software engineering*. *Journal of Systems and Software*, 170, 110798.
- Kuriakose, J. &. (2023). *Influence of user experience design on adherence in digital rehabilitation*. *Digital Therapy Insights*. Obtenido de <https://doi.org/10.1177/therapy.2023.00871>
- Langhorne, P. B. (2021). *Stroke rehabilitation: Current recommendations*. *The Lancet*. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00242-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00242-2)
- Langhorne, P., Bernhardt, J., & Kwakkel, G. (2021). *Stroke rehabilitation: From bedside to community*. *The Lancet Neurology*. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00214-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00214-9)

- Li, M. (2022). *Mobile rehabilitation technologies for stroke recovery: A systematic review*. *BMC Medical Informatics & Decision Making*. Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s12911-022-01838-9>
- Liu, N., Yin, J., Tan, S. S.-L., Ngiam, K. Y., & Teo, H. H. (02 de septiembre de 2021). *Aplicaciones móviles de salud para adultos mayores: una revisión sistemática del diseño de interfaces y funciones persuasivas*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8510293/>
- Llorens, R. (2021). *Telemonitoring platforms in neurorehabilitation: Clinical outcomes*. Obtenido de Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/>
- Llorens, R. C. (2022). *Remote motor rehabilitation systems: Monitoring, supervision and clinical outcomes*. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. Obtenido de <https://link.springer.com/journal/12984>
- Llorens, R. N. (2022). *Remote motor rehabilitation systems: Clinical outcomes and technological advances*. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. Obtenido de <https://link.springer.com/journal/12984>
- Lobo, P. (13 de Diciembre de 2024). *Tendencias e innovaciones en tecnología vestible para la rehabilitación, predicción y monitorización motora: una revisión exhaustiva*. Obtenido de NIM: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11679760/>
- Lopez-Medina, E. (2022). Obtenido de Literature review strategies in health technologies research. *Journal of Health Informatics*.
- Manzano Gallegos, L. &. (2024). *Tratamiento intensivo de rehabilitación en pacientes hemipléjicos posterior a un accidente cerebrovascular*. Obtenido de FACSALUD-UNEMI: <https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol8iss15.2024pp102-113>
- Maresca, G. (2022). *Las TIC y las intervenciones en telerehabilitación y sus efectos en la recuperación tras un ictus*. Obtenido de Tele-rehabilitation acceptance among stroke survivors: A longitudinal study: <https://www.frontiersin.org/journals/neurology>
- Martínez Pizarro, S., & Sánchez Lozan, J. (s.f.). *Eficacia de la rehabilitación de pacientes con accidente cerebrovascular mediante aplicaciones móviles*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9918355>
- Martínez, A. &. (2022). *Secondary sources in applied health research: A systematic approach*. *Journal of Applied Informatics*.
- McGarry, J. (2021). *Pilot testing in digital rehabilitation technologies*. *Journal of Telehealth Trials*. Obtenido de <https://doi.org/10.1097/jtt.2024.00515>
- McGarry, R. R. (2021). *Pilot studies and usability evaluation in digital health research*. *Journal of Medical Internet Research*. Obtenido de <https://medinform.jmir.org/2021/8/e25612>
- Mendoza, J. R. (2021). *User needs in telerehabilitation environments*. *Rehabilitation & Digital Medicine*. Obtenido de <https://doi.org/10.31045/rdm.2021.022>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2021). *Lineamientos para la atención integral de personas con discapacidad*. MSP.

- Mohamed, J., & Samet, B. (Enero de 2024). *Modelo de monitorización remota basado en inteligencia artificial para la rehabilitación física*. Obtenido de <https://www.scienceopen.com/hosted-document?doi=10.57197/JDR-2023-0065>
- Morales, J. (2022). *Integrated hybrid systems for remote neurorehabilitation*. *International Journal of Medical Informatics*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/>
- Murie-Fernández, M. I.-V. (2022). *Neurorrehabilitación tras el ictus*. *Neurología*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485310700086?via%3Dihub>
- Norman, D. (2020). *User experience principles in medical apps*. *UX Journal*. Obtenido de <https://mitpress.mit.edu/>
- Nouri, S. (2022). Características de los pacientes y uso de la telemedicina en EE. UU., 2022. *JAMA Network*.
- OMS. (2021). *Estrategia global sobre salud digital 2020-2025*. Obtenido de World Health Organization: https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924?utm_source=chatgpt.com
- OMS. (2023). *Rehabilitación 2030*. Obtenido de World Health Organization: <https://www.who.int/initiatives/rehabilitation-2030>
- OMS. (s.f.). *Global Strategy on Digital Health 2020–2025*. World Health Organization. Obtenido de <https://iris.who.int/items/fcb7c940-c38d-45b2-b80b-3e5c0808b54d>
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Acceso a servicios de rehabilitación en América Latina y el Caribe*. OPS.
- Park, C. (06 de Mayo de 2024). *Revisión sistemática de los efectos de la telerehabilitación interactiva con monitorización y guía remotas sobre el equilibrio y la marcha en adultos mayores y personas con afecciones neurológicas*. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11117498/>
- Patel, S. (2021). *JMIR mHealth y uHealth*. Obtenido de Aplicaciones móviles y para tabletas, computación ubicua y omnipresente, computación portátil y domótica para la salud: <https://mhealth.jmir.org/>
- Peña, D., & Vargas, L. (s.f.). *Mobile applications in digital health ecosystems*. *Journal of mHealth*.
- Pérez, D. (2024). *Prototyping in mobile health applications*. *Mobile Health Design Review*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/mhdr.2024.11321>
- Pérez, J., & López, M. (2021). *Digital Health Journal*. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/home/dhj>
- Pérez, L., & Bissutti, J. (2021).
- Rahman, M. (2024). *Hybrid mobile-web rehabilitation ecosystems: A systematic review*. Obtenido de JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies: <https://rehab.jmir.org/>
- Ramos, D. (2023). *Analytical-synthetic method for technological innovation research*. *Methodology Advances*. Obtenido de <https://doi.org/10.31095/metha.2023.1122>

- Rodríguez, P. (2022). *Métodos analítico y sintético aplicados en investigaciones tecnológicas*. *Revista Iberoamericana de Ciencia y Método*.
- Salgado, A. C. (2020). *Muestreo en investigaciones sociales y de salud*. *Revista Latinoamericana de Investigación*.
- Sánchez, C. L. (04 de Febrero de 2025). *scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-49112024000200013
- Santos, E. (2022). *Iterative evaluation in health technology design*. *International Journal of Human Factors in Health*.
- Santos, L. &. (2021). *Accessible mobile design for neurological patients: Interaction guidelines and clinical outcomes*. *Journal of Healthcare UX Design*. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/jhux.2021.00458>
- Services, U. D. (2023). *Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)*. Obtenido de <https://www.hhs.gov/hipaa/index.html>
- Sicilia, L. (2023). *Digital rehabilitation for hemiparesis: Clinical outcomes and patient engagement*. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/home/nnr>
- Silva, R. (2021). *Inductive reasoning in applied health research: A practical guide*. *Journal of Health Methodology*. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/jhm.2021.00452>
- Smith, G. (2025). *Neuroplasticity-based physiotherapy approaches in stroke rehabilitation: A systematic review*. *Journal of Novel Physiotherapy and Rehabilitation*. Obtenido de <https://www.rehabilityjournal.com/index.php/jnpr/article/view/jnpr-aid1069>
- Snyder, H. (2021). *Theoretical and conceptual frameworks in health research*. *Journal of Applied Research in Health*.
- Sucasaire, J. A. (2022). *Técnicas de muestreo no probabilístico en investigaciones de salud*. *Revista Multidisciplinaria de Investigación*.
- Sundar, B. (2025). *Neuroplasticity after upper-extremity rehabilitation therapy with sensory stimulation in chronic stroke survivors*. *Frontiers in Neurorehabilitation*.
- Suresh, S., & Thomas, R. (26 de septiembre de 2025). *Salud digital: aplicaciones actuales, desafíos y direcciones futuras para mejorar la calidad y la seguridad de la atención médica*. Obtenido de NIH: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12516163/>
- Toala, P. &. (2021). *écnicas e instrumentos para investigación de campo*. *Universidad Técnica de Manabí*.
- Torres, F. (2021). *Direct observation in clinical and digital health research*. *Latin American Journal of Applied Health*. Obtenido de <https://doi.org/10.18245/lajah.2021.45>
- Tramullas, J. (2020).
- Tramullas, J. (2022). *La revisión bibliográfica como base del conocimiento científico*.
- Universidad de Cuenca. (2021). *Telerehabilitación en zonas rurales del Azuay: Evaluación de usabilidad y adherencia*. Obtenido de <https://rest->

dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0ffc79ed-619b-4718-83d4-17ac9ee4087d/content

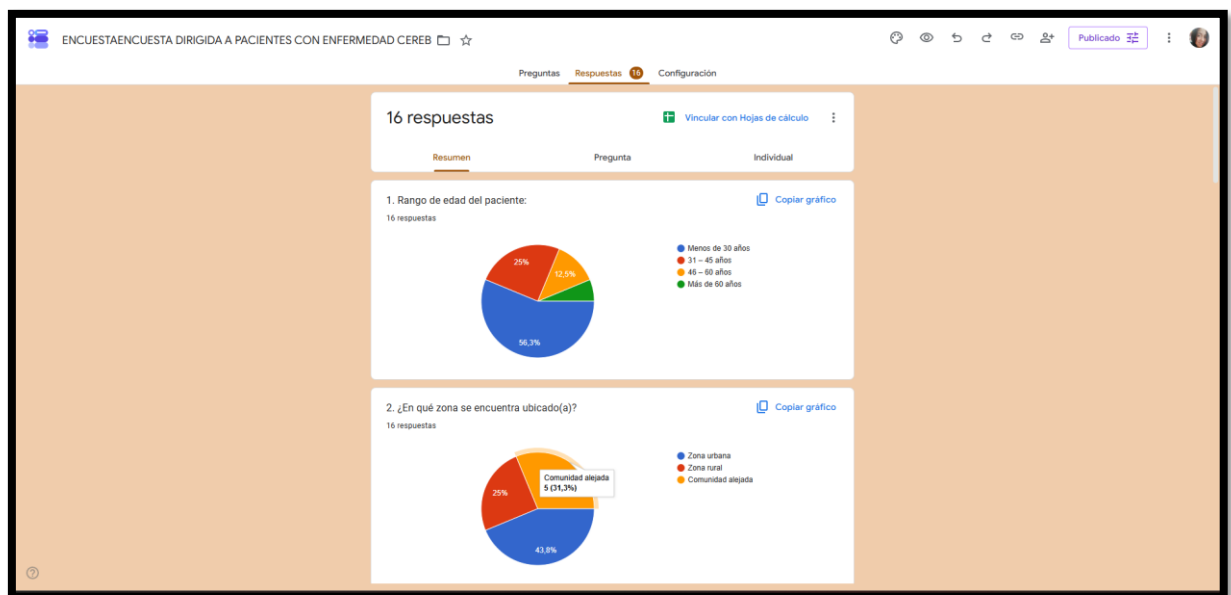
University, K. (2023). *Mixed Methods Research: Application, Advantages and Challenges*. *Journal of Accounting Research, Utility Finance and Digital Assets*. Obtenido de <https://doi.org/10.54443/jaruda.v3i4.213>

Virani, A. (06 de enero de 2025). *Technology-enhanced telerehabilitation for post-stroke recovery: A literature review*. Obtenido de https://journalwjarr.com/sites/default/files/fulltext_pdf/WJARR-2025-0526.pdf

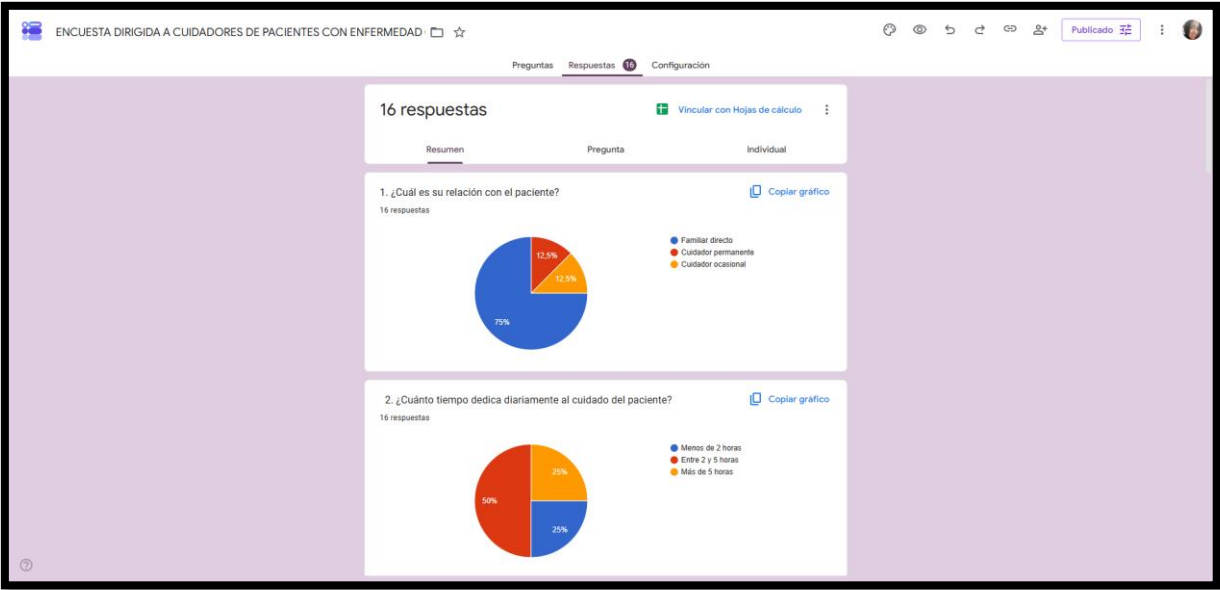
Winstein, C. (24 de Mayo de 2021). *Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery*. *Stroke Journa*. Obtenido de Stroke: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STR.0000000000000375>

Anexos

Anexo 1. Encuesta aplicada a los pacientes.



Anexo 2. Encuesta aplicada a los cuidadores.



Anexo 3. Entrevista a la fisioterapeuta.

Entrevista semiestructurada al profesional de la salud

Preguntas Respuestas 1 Configuración

1 respuesta

Vincular con Hojas de cálculo

Resumen Pregunta Individual

1. Profesión / Cargo
1 respuesta

Tecnólogo en Rehabilitación Física

2. Años de experiencia profesional
1 respuesta

3

3. ¿Cuál es su experiencia en el tratamiento y acompañamiento de pacientes con enfermedad cerebrovascular?
1 respuesta

Cuento con dos años de experiencia

4. ¿Cuáles considera que son las principales dificultades que enfrentan los pacientes durante el proceso de fisioterapia?
1 respuesta

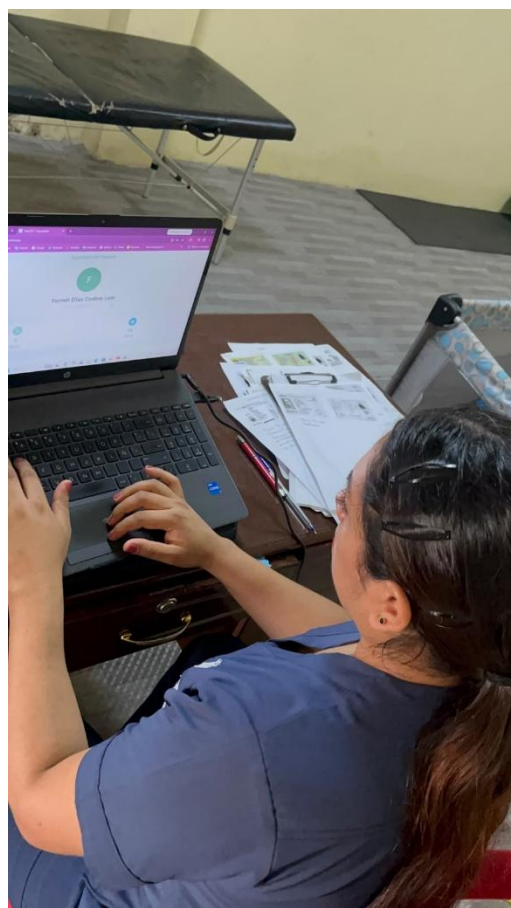
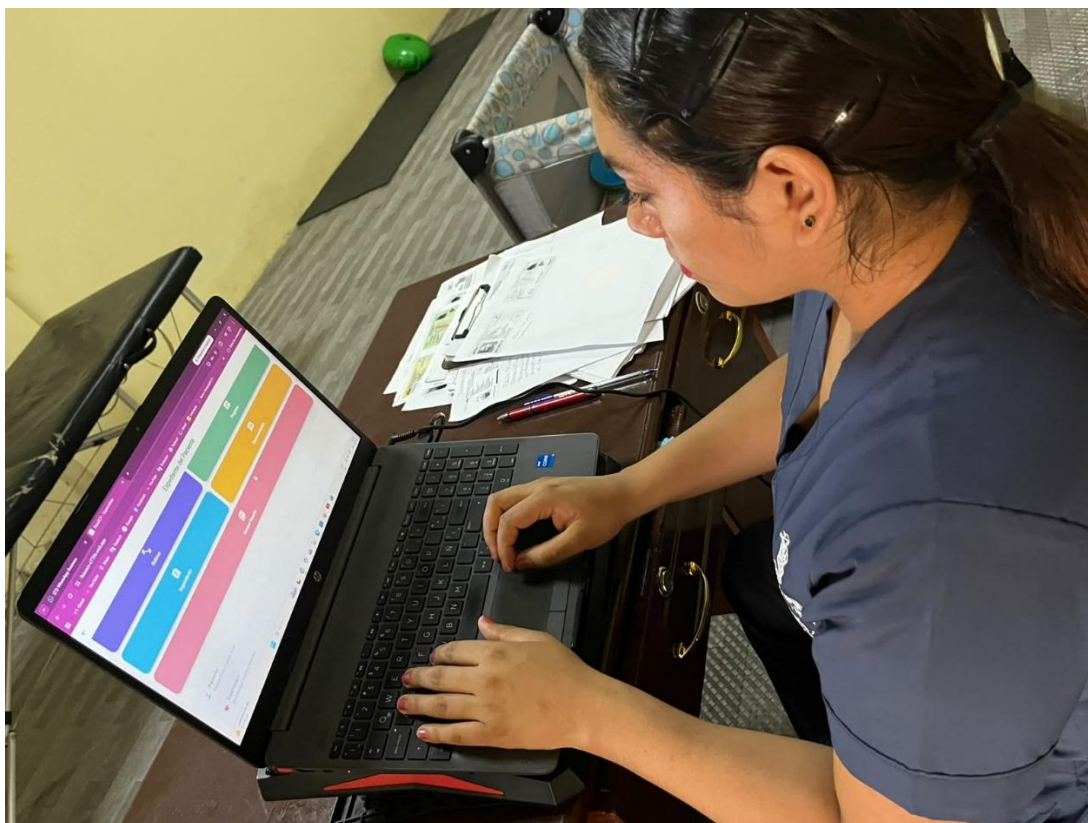
Anexo 4. *Uso de la aplicación por parte del Paciente A*



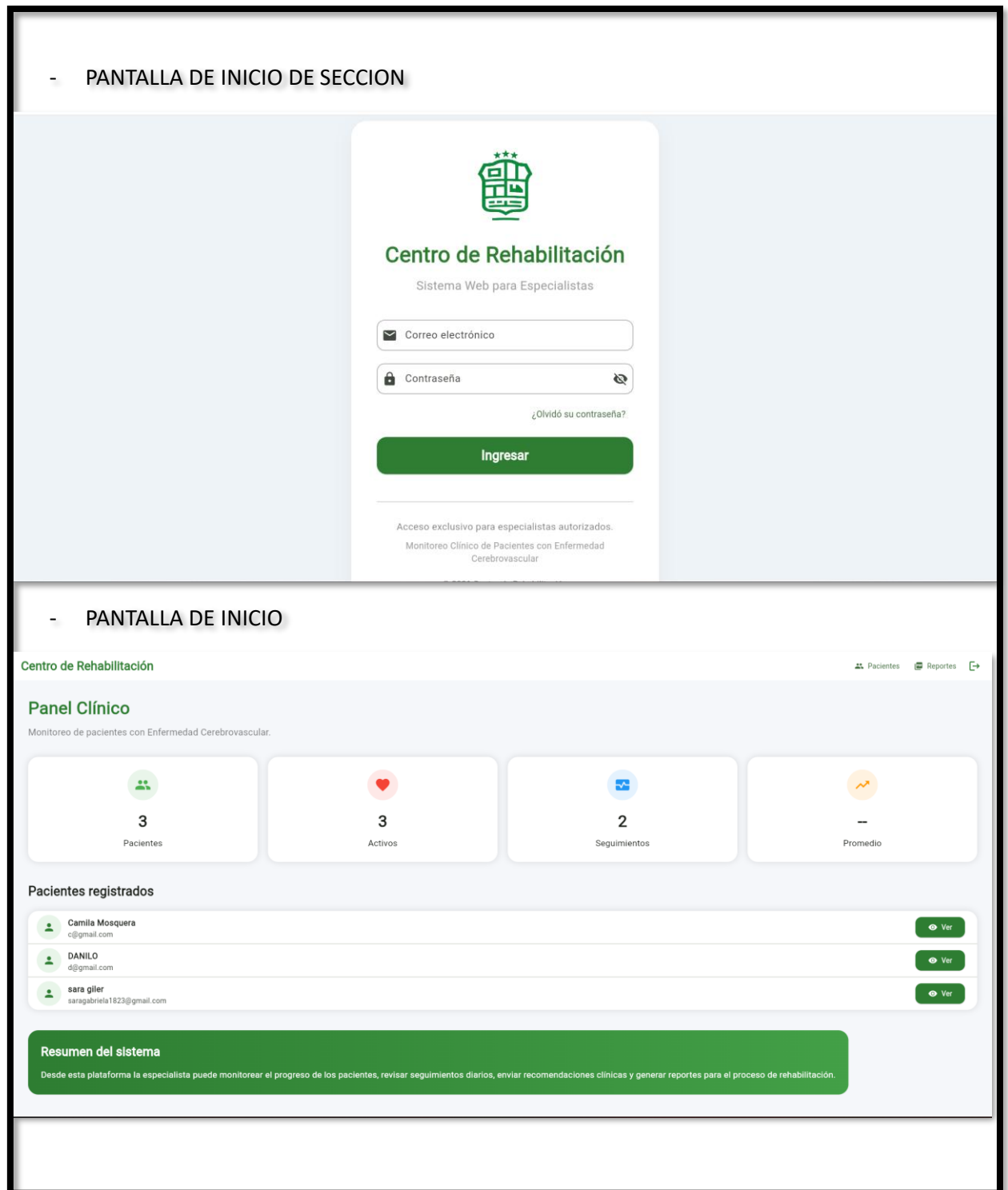
Anexo 5. *Uso de la aplicación por parte del Paciente B.*



Anexo 6. *Especialista monitoreando actividad en la plataforma web*



Anexo 7. Plataforma Web.



Anexo 8. Expediente de la plataforma web.

←

Expediente del Paciente

C

Camila Mosquera

c@gmail.com

↺

0

Rutinas

✉

0%

Progreso

Progreso e historial

Sin progresos registrados

Sin historial

←

Expediente del Paciente

Nombre

Camila Mosquera

Correo

c@gmail.com

Teléfono

0963952635

Edad

24

Sexo

Femenino

Cédula

0605416924

Diagnóstico

ecv

Dirección

el Carmen

Acciones del especialista

←

Expediente del Paciente

Acciones del especialista

↺

Rutinas

✉

Progreso

📅

Seguimiento

💬

Recomendación

📄

Generar Reporte

Paciente

Camila Mosquera

❤️

Diagnóstico

ecv

↺

Rutinas asignadas

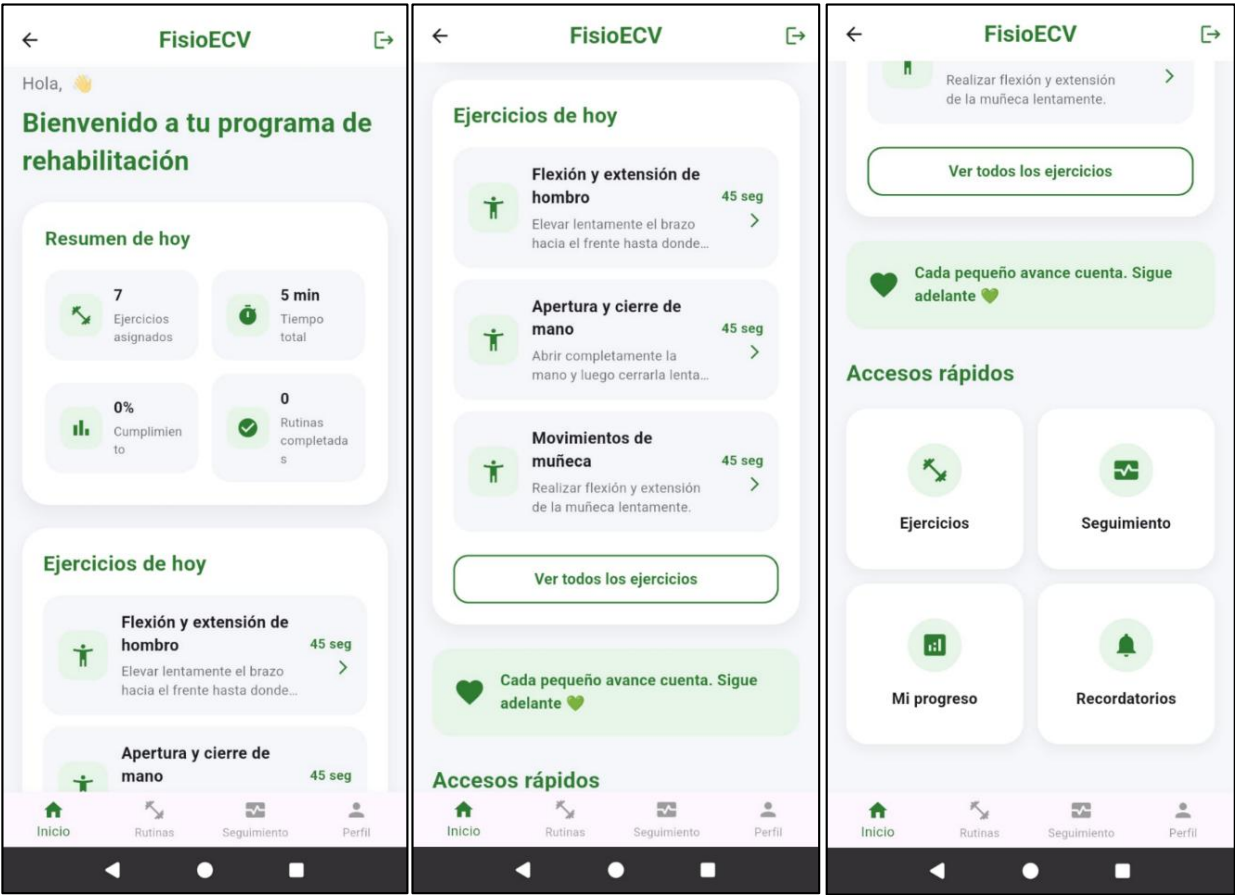
0 rutinas

📈

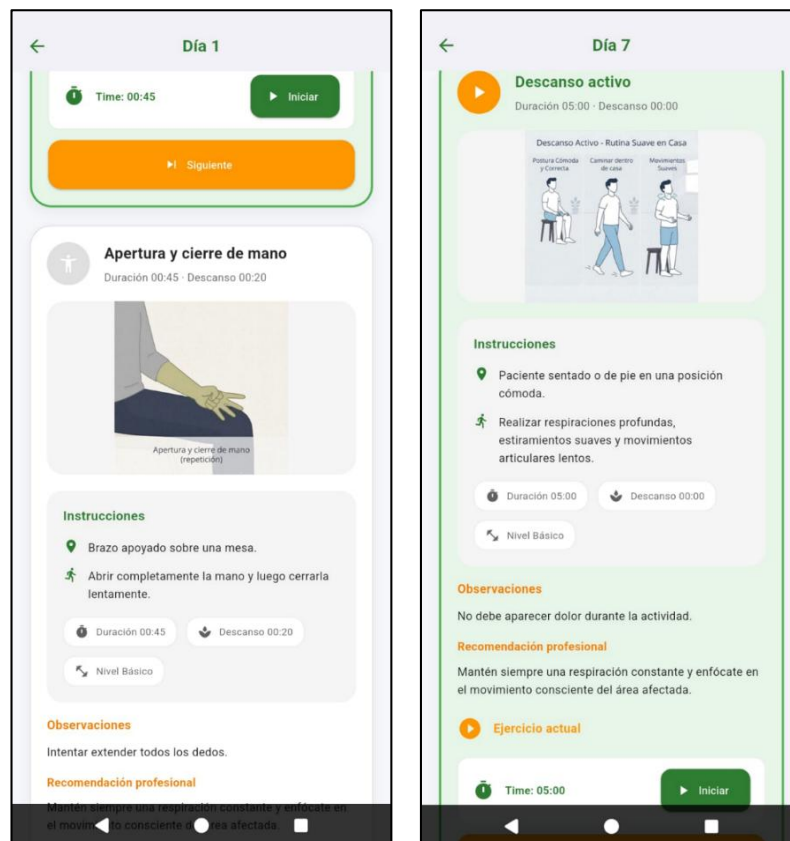
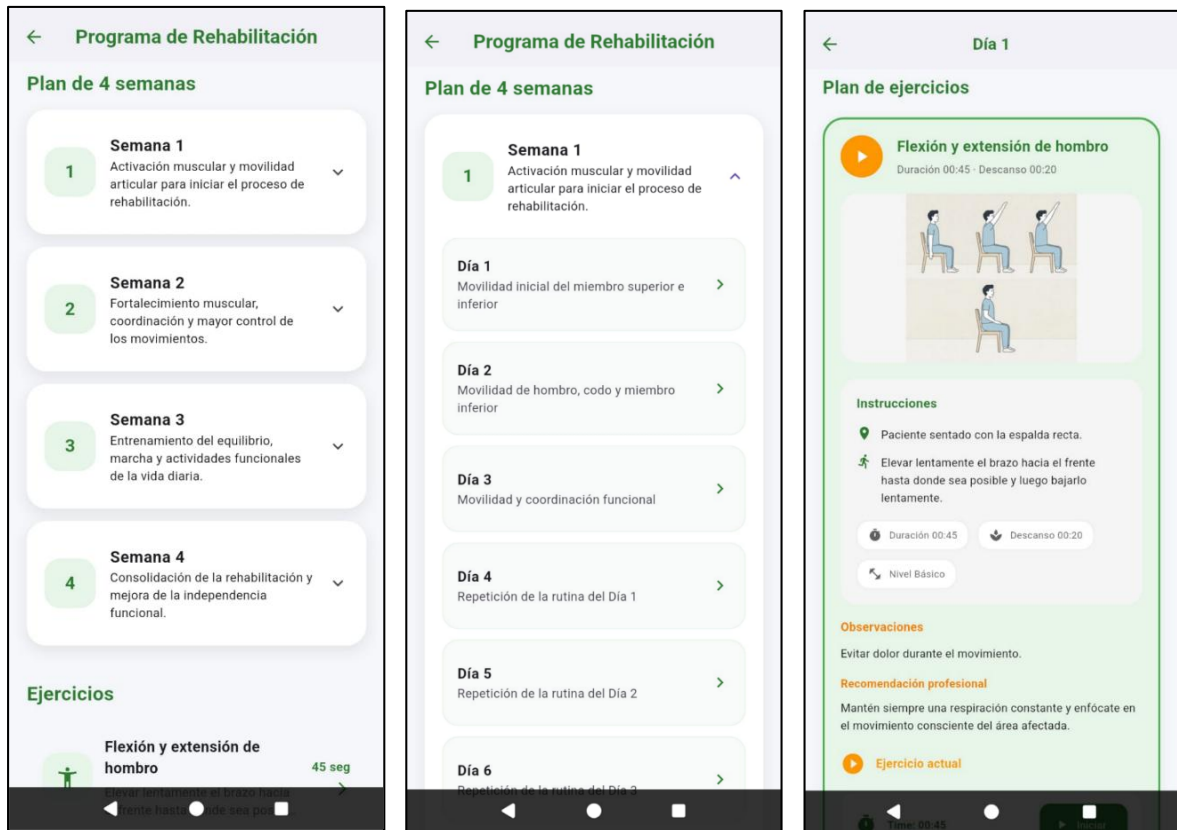
Avance

0 %

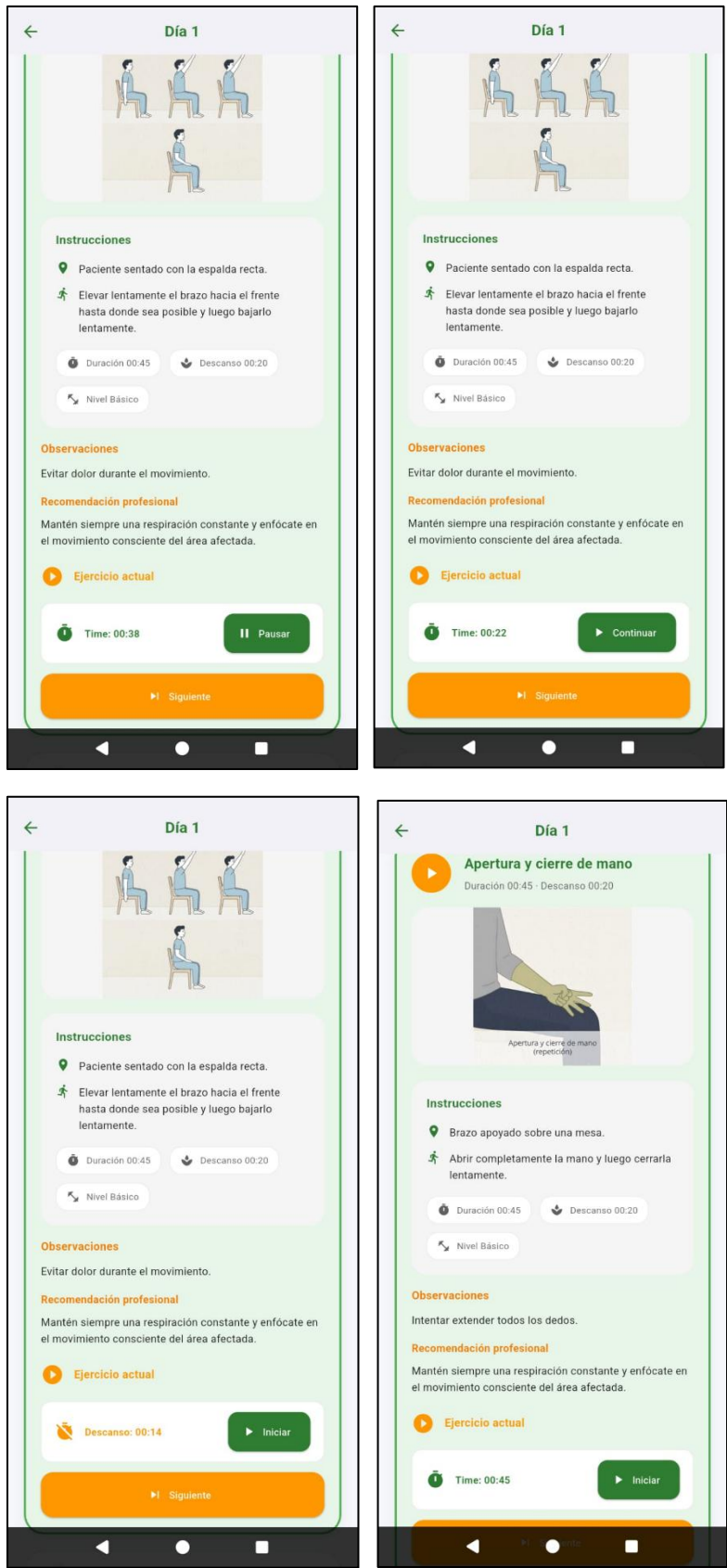
Anexo 9. Pantalla de Inicio en la aplicación web.



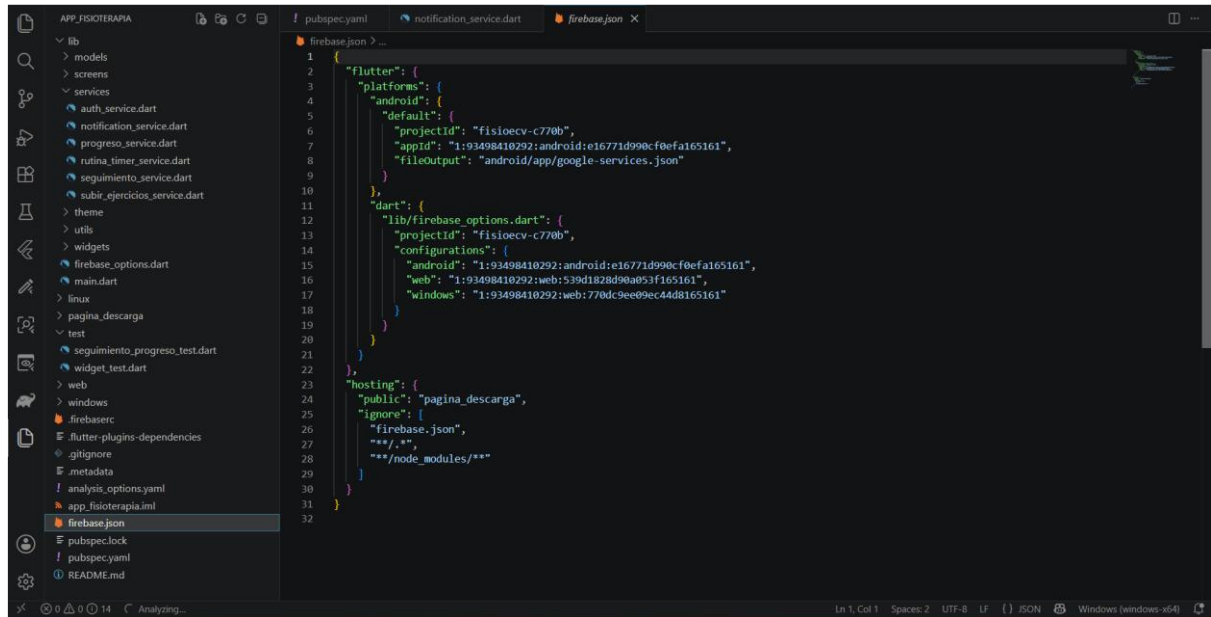
Anexo 10. Programa de Rehabilitación aplicación móvil.



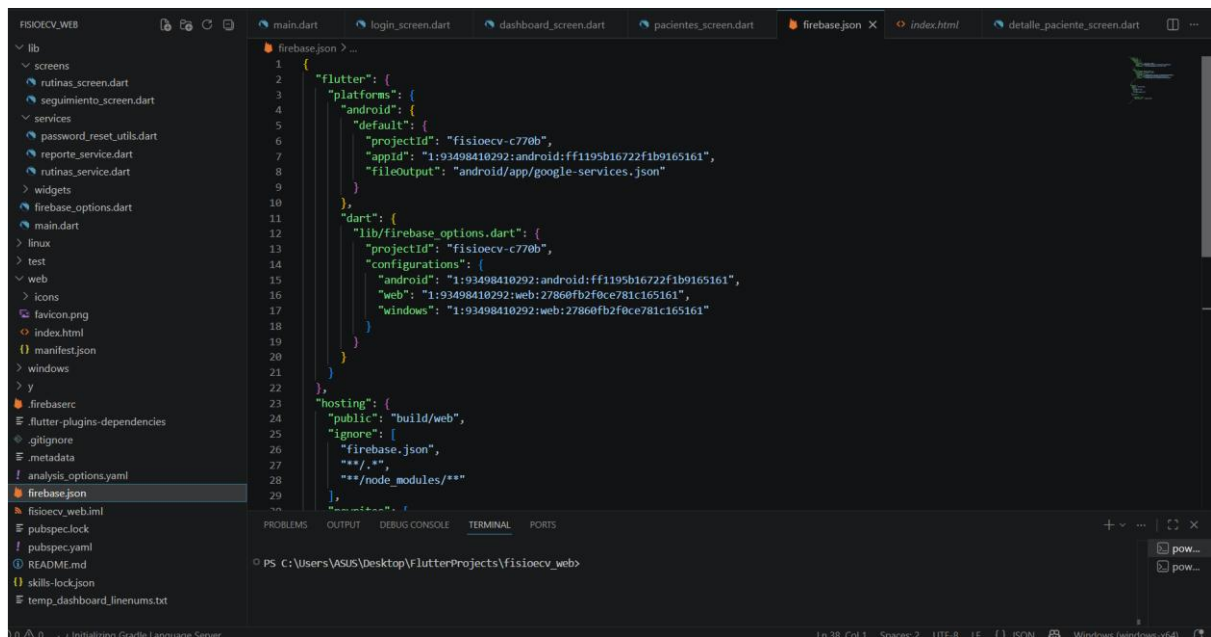
Anexo 11. Rutina de ejercicios aplicación móvil.



Anexo 12. Código de la conexión del Firebase aplicación móvil y web.



```
1 {
2   "flutter": {
3     "platforms": {
4       "android": {
5         "default": {
6           "projectId": "fisiocv-c770b",
7           "appId": "1:93498410292:android:e16771d990cf0efa165161",
8           "fileOutput": "android/app/google-services.json"
9         }
10      },
11      "dart": {
12        "lib/firebase_options.dart": {
13          "projectId": "fisiocv-c770b",
14          "configurations": {
15            "android": "1:93498410292:android:e16771d990cf0efa165161",
16            "web": "1:93498410292:web:539d1828d90a053f165161",
17            "windows": "1:93498410292:web:770dc5ee09ec44d8165161"
18          }
19        }
20      }
21    },
22    "hosting": {
23      "public": "pagina_descarga",
24      "ignore": [
25        "firebase.json",
26        "**/.*",
27        "**/node_modules/**"
28      ]
29    }
30  }
31 }
```



```
1 {
2   "flutter": {
3     "platforms": {
4       "android": {
5         "default": {
6           "projectId": "fisiocv-c770b",
7           "appId": "1:93498410292:android:ff1195b16722f1b9165161",
8           "fileOutput": "android/app/google-services.json"
9         }
10      },
11      "dart": {
12        "lib/firebase_options.dart": {
13          "projectId": "fisiocv-c770b",
14          "configurations": {
15            "android": "1:93498410292:android:ff1195b16722f1b9165161",
16            "web": "1:93498410292:web:27860fb2f0ce781c165161",
17            "windows": "1:93498410292:web:27860fb2f0ce781c165161"
18          }
19        }
20      }
21    },
22    "hosting": {
23      "public": "build/web",
24      "ignore": [
25        "firebase.json",
26        "**/.*",
27        "**/node_modules/**"
28      ]
29    }
30  }
31 }
```

Anexo 13. *Firebase Storage.*

The image displays two screenshots of the Firebase console interface, specifically the Cloud Firestore database section. The left sidebar shows the navigation menu with options like 'Buscar productos', 'Descripción general d...', 'Configuración', and 'Accesos directos a proyectos'. The main content area shows the database structure and data.

Screenshot 1 (Top): Shows the 'Base de datos (default)' view. The breadcrumb path is 'ejercicios > Semana 1_Día 1'. The left pane shows the 'ejercicios' collection with a subcollection 'usuarios'. The right pane shows the 'Semana 1_Día 1' document with fields: 'beneficios' (an array of 4 items), 'descanso' (30 segundos), 'descripcion' (Primera sesión enfocada en recuperar el rango de movimiento y preparar las articulaciones para las siguientes semanas.), 'dia' (Día 1), 'duracion' (20 minutos), and 'ejercicios'.

Screenshot 2 (Bottom): Shows the 'Base de datos (default)' view. The breadcrumb path is 'usuarios > YLLeHzKqccMf...'. The left pane shows the 'usuarios' collection. The right pane shows the 'YLLeHzKqccMfRNTQ3xtOywif8ov1' document with fields: 'recordatorios', 'seguimiento', 'cedula' (0605416924), 'correo' (o@gmail.com), 'diagnostico' (ecv), 'direccion' (el Carmen), 'edad' (24), 'estado' (activo), 'estadoRutinas' (reiniciado), 'fechaRegistro' (26 de julio de 2026 a las 11:24:25 p.m. UTC-5), 'foto' (empty), and 'nivel' (Progresivo).

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Accesibilidad:**

Se refiere a aquella característica que permite que una aplicación pueda ser utilizada por cualquier persona, incluidas aquellas que tienen limitaciones físicas o cognitivas.

- **Aplicación móvil:**

Programas diseñados para funcionar en equipos móviles, que permiten al usuario acceder desde cualquier lugar a determinadas funcionalidades.

- **Autenticación:**

Proceso por el que un usuario comprueba su identidad para entrar en un sistema.

- **Base de datos:**

Conjunto de datos organizado que se almacena y administra para facilitar su acceso, actualización y control.

- **Cumplimiento terapéutico:**

Es el nivel de cumplimiento por parte del paciente de las indicaciones y ejercicios prescritos durante el tratamiento.

- **ECV (Accidente Cerebrovascular):**

Suceso clínico que se produce cuando el suministro de sangre que va al cerebro se interrumpe, causando daño neurológico.

- **Ejercicios terapéuticos:**

Ejercicios programados que buscan mejorar la movilidad, la fuerza y el funcionamiento del paciente.

- **Fisioterapeuta:**

Profesional de la salud que se dedica a emplear técnicas de rehabilitación física con el fin de recuperar funciones motoras.

- **Fisioterapia:**

Disciplina que utiliza medios físicos con el fin de prevenir, tratar y rehabilitar alteraciones del cuerpo humano.

- **Firebase:**

Plataforma de desarrollo que ofrece servicios como base de datos en la nube, autenticación y almacenamiento.

- **Frontend:**
Parte visual de una aplicación que el usuario ve y con la que interactúa.
- **Backend:**
Parte del sistema que se encarga de la lógica, el procesamiento de los datos y la comunicación con la base de datos.
- **Hemiparesia:**
Parálisis de un lado del cuerpo, generalmente producida por una apoplejía.
- **Interfaz de usuario:**
Conjunto de elementos visuales mediante los cuales se produce la interacción entre el usuario y la aplicación.
- **Monitoreo remoto:**
Vigilancia del progreso de los enfermos a distancia por medio de instrumentos tecnológicos.
- **Paciente:**
Persona que recibe atención médica o terapia.
- **Progreso del paciente:**
Evolución del estado físico del enfermo durante el tratamiento.
- **Rehabilitación:**
Proceso por el cual una persona recupera capacidades físicas o funcionales luego de una lesión o enfermedad.
- **Registro de actividades:**
Almacenamiento de la información relacionada con las acciones que el usuario ha realizado dentro de la aplicación.
- **Sistema web:**
Aplicación accesible por internet para administrar información por medio de un navegador.
- **Seguimiento:**
Control continuo del cumplimiento y avance del tratamiento del paciente.
- **Tecnologías web:**
Herramientas para el desarrollo de aplicaciones accesibles desde la red.
- **Usabilidad:**
La facilidad con que los usuarios pueden interactuar con una aplicación de manera eficiente y satisfactoria.

- **Usuario:**

Persona que usa el sistema, ya sea paciente o profesional de la salud.

- **Validación:**

Proceso de verificación que garantiza que el sistema cumple con los requisitos definidos.