

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Carrera de Ingeniería en Computación,
Campus Tecnológico Local San Carlos

“Herramienta de Muestreo de Tiempos para Procesos
de Simulación de Eventos Discretos Integrando
Modelos de Aprendizaje Profundo sobre Redes
Neuronales”

Práctica Profesional para optar por el título de
Ingeniero en Computación con el grado académico de
Bachiller Universitario

Adrián Roberto Zúñiga Pérez

Costa Rica, 2021

Resumen ejecutivo

Este proyecto surge a partir del proyecto de investigación para la reducción de tiempo de consulta en las salas de espera del hospital San Carlos. Debido a la cantidad de tiempo que se demora en recolectar y trasladar los datos a formato digital. En la actualidad, el muestreo comúnmente se lleva a cabo con papel y lápiz, o con algún formulario digital mediante Excel, o Google Forms. Sin embargo, no existe una herramienta de software que permita recolectar datos y registrar tiempos conjuntamente.

Para solucionar este cuello de botella se plantea el desarrollo de una herramienta de software, donde los investigadores puedan registrar los datos del muestreo en la nube, exportarlos a un archivo digital, y que brinde un reporte estadístico. Además del registro manual, se integra un sistema robusto de aprendizaje profundo para la identificación de datos mediante el análisis de video.

El resultado de este proyecto, una aplicación que ofrece a los usuarios un medio para recolectar datos desde cualquier parte, mientras esta tenga conexión a internet, sin importar el contexto, la finalidad del estudio, o la temática a estudiar. Gracias a la capacidad de configurar los ítems de recolección.

Palabras clave

Herramienta de muestreo, recolección de datos, muestreo, colas, herramienta de software, análisis de video, integración de plataforma, muestreo de tiempos

Tabla de contenidos

1.		
Resumen ejecutivo.....	1	
Tabla de contenidos	2	
Índice de figuras.....	4	
Índice de tablas	7	
1. Introducción.....	1	
1.1. Descripción de empresa.....	1	
1.2. Contexto del proyecto	1	
1.3. Problema.....	2	
1.4. Objetivos	2	
1.5. Justificación.....	3	
1.6. Cronograma de trabajo	1	
2. Revisión de literatura.....	1	
2.1. Marco teórico	1	
2.1.1. Tecnologías multiplataforma.....	1	
2.1.2. Entorno de servidor	2	
2.1.3. Servicios en la nube	3	
2.2. Trabajos relacionados	1	
3. Solución planteada.....	1	
3.1. Propuesta.....	1	
3.2. Involucrados.....	2	
3.3. Procedimiento metodológico	3	
3.4. Análisis de los riesgos.....	5	
3.5. Cronograma de trabajo	7	
4. Requerimientos y Diseño	8	
4.1. Definición de requerimientos.....	8	
4.1.1. Necesidades y expectativas	8	
4.1.2. Diagramas Casos de uso	10	
4.1.3. Glosario de términos.....	12	
4.1.4. Requerimientos funcionales	13	
4.1.5. Requerimientos no funcionales.....	15	
4.2. Diseño de la plataforma de software	16	
		2

4.3. Arquitectura conceptual.....	16
4.3.1. Clases.....	17
4.3.2. Base de datos.....	18
5. Plataforma de software	20
5.1. Proceso de desarrollo	20
5.2. Evaluación.....	28
6. Conclusiones.....	43
6.1. Recomendaciones.....	44
Referencias	46

Índice de figuras

Tabla 2.1 Trabajos relacionados	1
Tabla 3.1 Involucrados	2
Tabla 1: Matriz para el procedimiento metodológico	3
Tabla 3.4.1: Estimación de Impacto	5
Tabla 3.4.2: Riesgo 1	5
Tabla 3.4.3: Riesgo 2	5
Tabla 3.4.4: Riesgo 3	6
Tabla 3.4.5: Riesgo 4	6
Tabla 3.4.6: Riesgo 5	7
Tabla 4.1.1.1 Muestreo digital	8
Tabla 4.1.1.2 Análisis de video.....	9
Tabla 4.1.1.3 Consulta de datos.....	9
Tabla 4.1.1.4 Autenticación	9
Tabla 4.1.1.5 Descarga de datos	9
Tabla 4.1.3.1 Glosario	12
Tabla 4.1.4.1 Requerimientos funcionales Aplicación móvil.....	13
Tabla 4.1.4.1 Requerimiento no funcional 1	15
Tabla 4.1.4.2 Requerimiento no funcional 2.....	15
Tabla 4.1.4.3 Requerimiento no funcional 3.....	15
Tabla 4.1.4.4 Requerimiento no funcional 4.....	16
Tabla 5.1.1 Tareas del proceso de desarrollo	20
Tabla 5.1.2 Integración de librerías al proyecto.....	21
Tabla 5.1.3 Autenticación del usuario.....	21
Tabla 5.1.4 Creación de formulario	22
Tabla 5.1.5 Visualización y consulta de formulario.....	23
Tabla 5.1.6 Muestreo de datos.....	24
Tabla 5.1.7 Visualización y consulta de documentos	25
Tabla 5.1.8 Integración entre sistemas de servidores	26
Tabla 5.1.9 Reconstrucción visual y funcional de página web	27

Tabla 5.2.1 Tareas del proceso de verificación	28
Tabla 5.2.2 Caso de prueba 1	29
Tabla 5.2.3 Caso de prueba 2	29
Tabla 5.2.4 Caso de prueba 3	29
Tabla 5.2.5 Caso de prueba 4	30
Tabla 5.2.6 Caso de prueba 5	30
Tabla 5.2.7 Caso de prueba 6	31
Tabla 5.2.8 Caso de prueba 7	31
Tabla 5.2.9 Caso de prueba 8	31
Tabla 5.2.10 Caso de prueba 9	32
Tabla 5.2.11 Caso de prueba 10	32
Tabla 5.2.12 Caso de prueba 11	32
Tabla 5.2.13 Caso de prueba 12	33
Tabla 5.2.14 Caso de prueba 13	33
Tabla 5.2.15 Caso de prueba 14	33
Tabla 5.2.16 Caso de prueba 15	34
Tabla 5.2.17 Caso de prueba 16	34
Tabla 5.2.18 Caso de prueba 17	35
Tabla 5.2.19 Caso de prueba 18	35
Tabla 5.2.19 Caso de prueba 19	35
Tabla 5.2.21 Caso de prueba 20	36
Tabla 5.2.22 Caso de prueba 21	36
Tabla 5.2.23 Caso de prueba 22	37
Tabla 5.2.24 Caso de prueba 23	37
Tabla 5.2.25 Caso de prueba 24	38
Tabla 5.2.26 Caso de prueba 25	38
Tabla 5.2.27 Caso de prueba 26	38
Tabla 5.2.28 Caso de prueba 27	39
Tabla 5.2.29 Caso de prueba 28	39
Tabla 5.2.30 Caso de prueba 29	40
Tabla 5.2.31 Caso de prueba 30	40

Tabla 5.2.32 Caso de prueba 31	40
Tabla 5.2.33 Caso de prueba 32	41
Tabla 5.2.4 Resultados de casos de prueba	41

Índice de tablas

Tabla 2.1 Trabajos relacionados	1
Tabla 3.1 Involucrados	2
Tabla 1: Matriz para el procedimiento metodológico	3
Tabla 3.4.1: Estimación de Impacto	5
Tabla 3.4.2: Riesgo 1	5
Tabla 3.4.3: Riesgo 2	5
Tabla 3.4.4: Riesgo 3	6
Tabla 3.4.5: Riesgo 4	6
Tabla 3.4.6: Riesgo 5	7
Tabla 4.1.1.1 Muestreo digital	8
Tabla 4.1.1.2 Análisis de video.....	9
Tabla 4.1.1.3 Consulta de datos.....	9
Tabla 4.1.1.4 Autenticación	9
Tabla 4.1.1.5 Descarga de datos	9
Tabla 4.1.3.1 Glosario	12
Tabla 4.1.4.1 Requerimientos funcionales Aplicación móvil.....	13
Tabla 4.1.4.1 Requerimiento no funcional 1	15
Tabla 4.1.4.2 Requerimiento no funcional 2.....	15
Tabla 4.1.4.3 Requerimiento no funcional 3.....	15
Tabla 4.1.4.4 Requerimiento no funcional 4.....	16
Tabla 5.1.1 Tareas del proceso de desarrollo	20
Tabla 5.1.2 Integración de librerías al proyecto.....	21
Tabla 5.1.3 Autenticación del usuario.....	21
Tabla 5.1.4 Creación de formulario	22
Tabla 5.1.5 Visualización y consulta de formulario.....	23
Tabla 5.1.6 Muestreo de datos.....	24
Tabla 5.1.7 Visualización y consulta de documentos	25
Tabla 5.1.8 Integración entre sistemas de servidores	26
Tabla 5.1.9 Reconstrucción visual y funcional de página web	27

Tabla 5.2.1 Tareas del proceso de verificación	28
Tabla 5.2.2 Caso de prueba 1	29
Tabla 5.2.3 Caso de prueba 2	29
Tabla 5.2.4 Caso de prueba 3	29
Tabla 5.2.5 Caso de prueba 4	30
Tabla 5.2.6 Caso de prueba 5	30
Tabla 5.2.7 Caso de prueba 6	31
Tabla 5.2.8 Caso de prueba 7	31
Tabla 5.2.9 Caso de prueba 8	31
Tabla 5.2.10 Caso de prueba 9	32
Tabla 5.2.11 Caso de prueba 10	32
Tabla 5.2.12 Caso de prueba 11	32
Tabla 5.2.13 Caso de prueba 12	33
Tabla 5.2.14 Caso de prueba 13	33
Tabla 5.2.15 Caso de prueba 14	33
Tabla 5.2.16 Caso de prueba 15	34
Tabla 5.2.17 Caso de prueba 16	34
Tabla 5.2.18 Caso de prueba 17	35
Tabla 5.2.19 Caso de prueba 18	35
Tabla 5.2.19 Caso de prueba 19	35
Tabla 5.2.21 Caso de prueba 20	36
Tabla 5.2.22 Caso de prueba 21	36
Tabla 5.2.23 Caso de prueba 22	37
Tabla 5.2.24 Caso de prueba 23	37
Tabla 5.2.25 Caso de prueba 24	38
Tabla 5.2.26 Caso de prueba 25	38
Tabla 5.2.27 Caso de prueba 26	38
Tabla 5.2.28 Caso de prueba 27	39
Tabla 5.2.29 Caso de prueba 28	39
Tabla 5.2.30 Caso de prueba 29	40
Tabla 5.2.31 Caso de prueba 30	40

Tabla 5.2.32 Caso de prueba 31	40
Tabla 5.2.33 Caso de prueba 32	41
Tabla 5.2.4 Resultados de casos de prueba	41

Capítulo I

1. Introducción

1.1. Descripción de empresa

En busca de contribuir con el desarrollo del país, en Cartago de Costa Rica, en el año 1971, por medio de la Ley 4777, se crea el Instituto tecnológico de Costa Rica, con el fin de fortalecer la educación superior universitaria, esta institución, dotada de autonomía enfoca su visión sobre la investigación, la docencia y la extensión en temas científicos y tecnológicos.

En su estructura organizacional se destacan las siguientes instancias:

- Asamblea Institucional: máxima autoridad del TEC.
- Consejo Institucional: órgano directivo superior del TEC.
- Rector: es el funcionario de más alta jerarquía ejecutiva del TEC.
- Vicerrectorías: para cumplir con sus políticas específicas, el TEC cuenta con cuatro vicerrectorías.

Además, la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE), vela por el proceso de formación académica universitaria, y promueve la investigación tecnológica y científica, mediante la validación de conocimientos científicos, enfocados en proveer soluciones tecnológicas para el desarrollo de distintos sectores dentro de los sistemas sociales, económicos, y productivos de la sociedad costarricense.

1.2. Contexto del proyecto

El proyecto de práctica surge a partir del proyecto de investigación bajo el nombre de Simulación de Eventos Discretos. Este consiste en una plataforma sobre la cual, se pueda diseñar un modelo de decisión para la organización de los recursos disponibles dentro de los sistemas de salud pública. Con el fin de disponer una maqueta del sistema real, para evaluar el desempeño y la calidad en atención hacia los pacientes, se lleva a cabo un modelo de simulación industrial. Por medio del

análisis sobre la atención que reciben los pacientes de consulta externa en los hospitales públicos en relación con la capacidad instalada dentro del proceso de consulta.

El muestreo de datos involucrados en procesos que pertenecen a los ciclos de atención a pacientes es parte fundamental del proceso de investigación para la creación de soluciones competentes dentro del esquema del proceso del desarrollo de un modelo de simulación de eventos discretos. En especial la captura de datos sobre las variables que involucran los tiempos de consulta y salas de espera. Esto se debe a que los problemas de espacio y la aseguración de recursos, contribuye al deterioro de la calidad en la atención a los pacientes que se encuentran a espera de una consulta.

Además, como parte del proyecto de investigación, en etapas tempranas se desarrolló un prototipo de aplicación móvil para la recolección de datos, debido a la necesidad de tener una herramienta para llevar a cabo el muestreo de tiempos de manera manual. Así mismo, también se desarrolló un sistema de aprendizaje profundo mediante redes neuronales para el análisis de video con el objetivo de extraer tiempos de consulta en un cubículo.

1.3. Problema

La carencia de una herramienta de software que permita realizar un registro digital de datos y tiempos está generando una demora considerable para el análisis de los datos recolectados debido al trabajo de transcripción a digital posterior al muestreo. Además, la tarea de muestrear únicamente tiempos por parte del investigador es totalmente reemplazable por un análisis de video, por lo que se está dedicando muchos recursos a una tarea automatizable.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Contribuir a la mejora en el proceso de recolección de datos, mediante el desarrollo de un software que realice esta labor de manera asistida, o automática con análisis de video mediante un modelo de aprendizaje profundo.

Objetivos específicos

- Definir los requerimientos funcionales de una aplicación móvil con implantación de sistema robusto de aprendizaje profundo, para la recolección de datos.
- Desarrollar aplicación móvil, para la visualización y recolección de datos, que permita configurarse a cualquier ambiente de estudio.
- Desarrollar API de comunicación encargado de integrar el sistema de redes neuronales con la aplicación móvil.
- Evaluar el funcionamiento del sistema de software y su implantación con el sistema robusto de aprendizaje profundo.

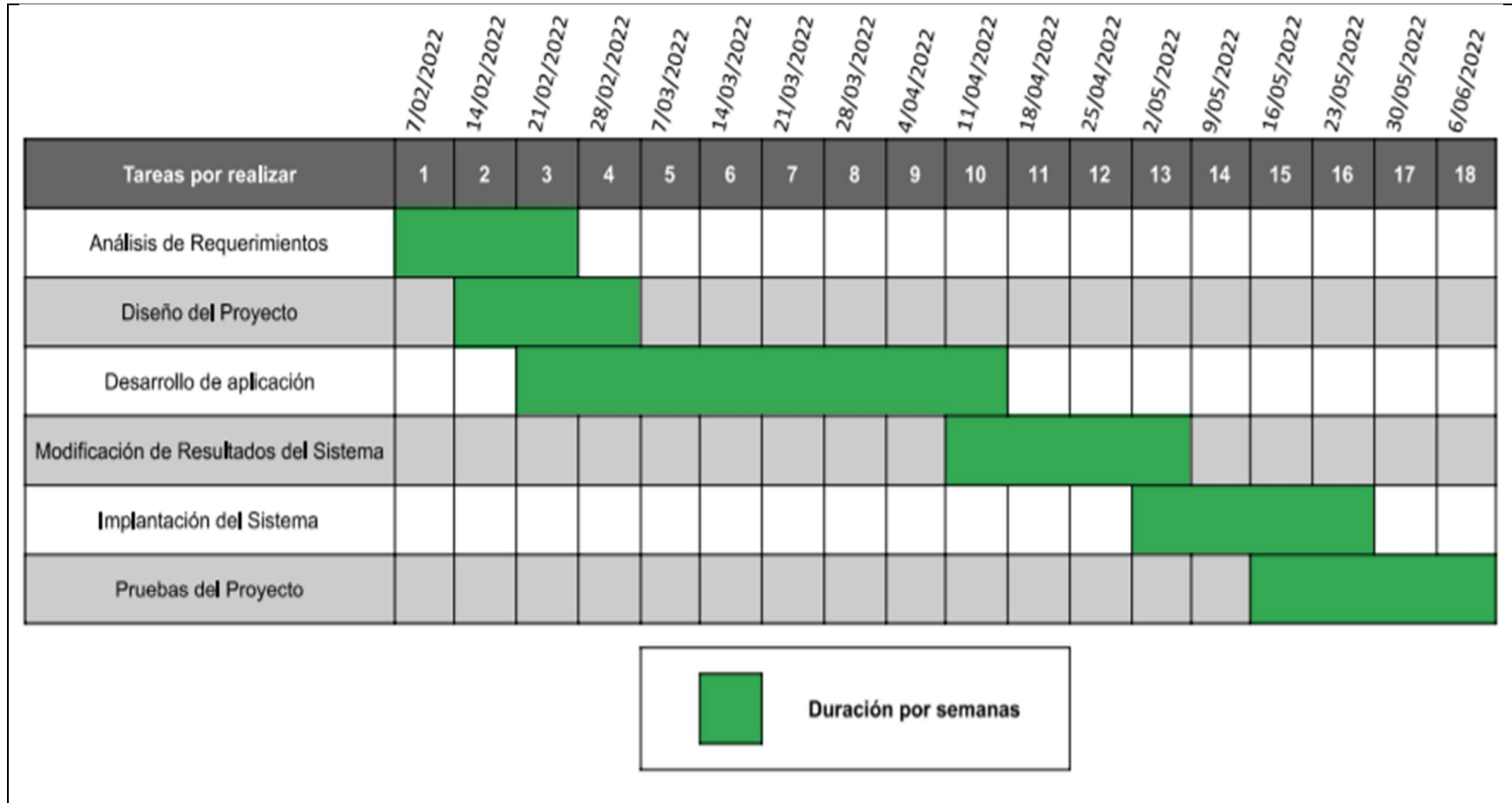
1.5. Justificación

El muestreo de las variables encontradas en el proceso de espera y atención de consulta externa de los sistemas públicos de salud requiere de alta precisión con énfasis en los tiempos, para el análisis discreto de las colas. Además, las nuevas políticas de distanciamiento a causa de la reciente pandemia del COVID-19, contribuyen con la necesidad de desarrollar un método de automatización para el registro de datos de manera eficiente, sin involucrar a ningún tercero en la toma de datos. El proyecto de investigación tiene el propósito de proveer una herramienta para registrar los tiempos transcurridos en cada consulta de manera autónoma mediante un módulo de Aprendizaje Profundo en Redes Neuronales, así mismo recopilar los datos clasificatorios de cada consulta de manera manual, mediante una aplicación móvil.

Como parte del proyecto de práctica, se tiene gran interés en finalizar el desarrollo de la aplicación móvil, con la implantación del sistema robusto de Aprendizaje Profundo en Redes Neuronales, mediante una reingeniería del prototipo, para así llevar a la producción una herramienta que permita realizar el muestreo de tiempos, por medio de técnicas modernas de Inteligencia Artificial, en conjunto con una aplicación móvil para el registro de datos variables y de cualquier campo de estudio.

Los usuarios que harán uso de esta plataforma forman parte del proyecto de investigación dentro del Instituto Tecnológico de Costa Rica, como parte de una etapa de captura y análisis de datos, dentro del proceso de desarrollo de un modelo de simulación de evento discretos, que busca como objetivo el diseño de un modelo de decisión para la organización de los recursos según la disponibilidad.

1.6. Cronograma de trabajo



Fuente: elaboración propia

Figura 1. Ejemplo del cronograma de Gantt

Capítulo II

2. Revisión de literatura

2.1. Marco teórico

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema es necesario conocer las tecnologías disponibles sobre las cuales elaborar dicho sistema, así de este modo identificar cuál de ellas adopta mayor compatibilidad con los requerimientos. Con el fin de obtener el mejor rendimiento de la aplicación durante la ejecución del sistema es necesario identificar el mejor entorno sobre el cual desarrollarse.

Este proyecto se requiere de un entorno de desarrollo móvil multiplataforma, un servidor en la nube, y un punto de acceso web. A continuación, se presenta algunas tecnologías compatibles con el área de solución.

2.1.1. Tecnologías multiplataforma

Según menciona Atard (2022), las tecnologías multiplataforma son aquellas que permiten el desarrollo de aplicaciones móvil, tanto para plataforma Android como para iOS, bajo el mismo código ciertas excepciones. Además, entre las tecnologías que presentan esta característica se destaca React Native bajo la librería de React, configurable sobre el lenguaje de programación JavaScript.

Con el uso de React Native como entorno de desarrollo, permite la implementación de Redux, como menciona Madeira (2020), Redux es una librería para el manejo de estados, que provee una centralización de almacenamiento de datos, por el cual mediante acciones se puede modificar y acceder desde cualquier pantalla de la aplicación de manera corta y ordenada.

2.1.2. Entorno de servidor

Para suplir con las necesidades funcionales de proyecto es imprescindible un servidor web, IBM Cloud Education (2021) destaca la implementación de un API REST con el objetivo de configurar como punto de acceso online. Entiéndase API como el mecanismo que permite brindar acceso de recursos de un servidor, a otra aplicación o servidor, denominándose al que brinda acceso como servidor y al consumidor como cliente. De modo que API REST es la implementación de un api con el seguimiento de la arquitectura REST para la estandarización en la creación de los servicios para el servidor.

Para encapsular el servidor se encuentra disponible Docker como herramienta para el desarrollo del entorno y fácil distribución del sistema hacia un dispositivo en la nube o en un ambiente local. De modo que Docker es capaz de encapsular cualquier aplicación bajo cualquier sistema operativo, kernel, librerías, módulos y lenguajes requeridos para su óptima ejecución (¿Qué es DOCKER?, 2018). Dicho esto, según Goel (2019) los lenguajes de programación Python y JavaScript mediante la librería Flask y el entorno de ejecución multiplataforma NodeJS cuentan con las herramientas para desarrollar un Api Rest de comunicación.

Según Domingo (2017), Flask es una librería para el desarrollo de aplicaciones web bajo el patrón de diseño modelo vista controlador en el lenguaje de programación Python, mediante el uso del protocolo wsgi especializado para servir recursos escritos en este lenguaje.

El lenguaje de programación de Python Software Foundation [Python] (2022) Python, es caracterizado por su capacidad para realizar operaciones con alta precisión decimal, debido a ello, en la actualidad es altamente utilizado para el desarrollo y ejecución de modelos sobre redes neuronales, así como otras utilidades que requieren alta precisión numérica.

A su vez, la tecnología NodeJs mediante JavaScript es un motor de última tecnología que se ha cogido su popularidad gracias su ejecución mediante el un paradigma de eventos asincrónicos, que permite una comunicación cliente-servidor bilateral, para una interacción más fluida entre ambas con sockets y otras innovaciones con respecto a el paradigma de ejecución entorno a eventos (NodeJs, sf).

2.1.3. **Servicios en la nube**

En la actualidad la gran mayoría de aplicaciones que usamos tienen sus servicios alojados en la nube, esto con el fin de brindar acceso a todo aquel que tenga conexión a internet y no se encuentre limitado por un espacio físico. Bajo este mismo enfoque es que se pretende desplegar el sistema a desarrollar. Existen diversas empresas de tecnología que brinda el servicio de alojamiento de sistemas en la nube, entre ellas destacan, Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP) (Kamal et al, 2020).

De este mismo modo Firebase se suman a estos como servicios en la nube para el almacenamiento de datos, popularmente se conoce Firebase como el servicio de base de datos, sin embargo, este es uno de los múltiples servicios que ofrece la plataforma de servicios de Google para el desarrollo de aplicaciones web y móviles, entre dichos servicios se destacan Cloud Firestore y Firebase Authentication (Barot, 2021).

2.2. Trabajos relacionados

Tabla 2.1 Trabajos relacionados

Autor (es)	Año	Tipo de investigación	¿Qué se hizo? Objetivos	¿Cómo se hizo? Metodología	¿Qué se obtuvo? Conclusiones	¿Qué aporta esta investigación a mi trabajo? Valoración crítica
Badilla-Murillo, Félix, Bernal Vargas-Vargas, Oscar Víquez-Acuña, and Justo García-Sanz-Calcedo.	2020	Investigación cuantitativa, explicativa	Analizar la capacidad productiva instalada de un hospital sala de angiografía y optimizar la demanda del paciente.	Método Inductivo	La simulación DES, permite optimizar el uso de los recursos de los sistemas de salud y la gestión hospitalaria.	Esta investigación fue desarrollada por los clientes de este proyecto, por lo que añade experiencia en la necesidad y visión de la necesidad
Salas-Solórzano, H.	2020	Investigación aplicada	Se desarrolló una herramienta de muestreo de tiempos para simulación de eventos discretos por medio de la utilización de modelos de Aprendizaje Profundo sobre Redes Neuronales	Método inductivo	Los resultados obtenidos sobre el análisis del comportamiento de los pacientes dentro del entorno de pruebas, demuestran cómo los resultados son prometedores en la captura de los tiempos.	Se tiene a disposición el resultado del desarrollo de la herramienta, dada la continuidad del proyecto con la integración de este proyecto de practica

Fuente: elaboración propia

Capítulo III

3. Solución planteada

3.1. Propuesta

Con la necesidad de finalizar el desarrollo de una plataforma para el muestreo eficiente de tiempos, se requiere reingenierizar el prototipo de aplicación móvil e implantar sobre él, un sistema robusto de aprendizaje profundo. Para ello se propone, desarrollar un Cliente móvil y un Backend. A continuación, se detallan cada uno de estos componentes:

- **Backend:** El backend del sistema está comprendido por dos aplicaciones de Api Rest. Una de ellas desarrollada con NodeJs, como unidad de comunicación principal entre el cliente y el servidor, con el objetivo de llevar a cabo el almacenamiento y gestión de los datos, así como comunicación con el sistema de redes neuronales. Para la autenticación y el almacenamiento de datos se utilizará Firebase. Como se mencionó anteriormente, el otro Api Rest está encargado de la ejecución del modelo de redes neuronales para el respectivo análisis de video, este será desarrollado mediante la librería de Flask para el lenguaje de programación Python ya que en este es donde comúnmente se realizan operaciones de alta precisión decimal, además de su facilidad para trabajar con vectores.
Ambos sistemas serán contenidos mediante Docker para su fácil despliegue en la nube.
- **Cliente móvil:** está orientado a la interacción con los encargados de realizar el muestreo de una investigación. Será desarrollado mediante la tecnología React Native con el fin de minimizar el coste de procesamiento durante el muestreo y así optimizar el tiempo de respuesta. Dado que el prototipo de aplicación móvil desarrollado en Ionic
- **Cliente web:** Con el fin de brindar un fácil acceso a la carga de video, desde cualquier dispositivo que contenga el archivo multimedia, se plantea el desarrollo de un punto de acceso web que supla esta

característica. Esta se encontrará disponible desde el servidor creado en Python, ya que este mismo es el encargado de recibir el video, evitando la múltiple transferencia del archivo incluso dentro de la arquitectura del servidor de la solución.

- **Servidor en Producción:** se plantea la utilización de un servidor público en la nube con dominio en Google Cloud Platform.

3.2. Involucrados

Tabla 3.1 Involucrados

Nombre	Cargo	Responsabilidad	Objetivo
Félix Badilla	Coordinador del proyecto y contraparte de la empresa	Brindar información necesaria sobre el proyecto.	Verificar que la solución propuesta se apegue a lo requerido.
Oscar Víquez	Profesor Asesor del TEC	Supervisar y asesorar al desarrollador en el proceso de solución.	Añadir experticia sobre la solución propuesta.
Adrián Zúñiga	Desarrollador y practicante	Desarrollo de la solución programada	Entrega, desarrollo y unión de un sistema funcional.

Fuente: elaboración propia

3.3. Procedimiento metodológico

Tabla 1: Matriz para el procedimiento metodológico

Objetivo Específico	Tarea	Meta	Indicador
<p>Definir los requerimientos funcionales de una aplicación móvil con implantación de sistema robusto de aprendizaje profundo, para la recolección de datos.</p>	<p>A. Entrevistar a los involucrados para definir como se involucrará el módulo de aprendizaje profundo sobre la aplicación. B. Conceptualizar los actores del contexto del problema.</p>	<p>A. Reporte con la información obtenida de las entrevistas B. Realizar diagrama con la identificación de los actores existentes y la relación entre estos. C. Documentar los requerimientos funcionales y específicos de la herramienta.</p>	<p>A. Al menos 4 entrevistas para la revisión de requerimientos funcionales con los responsables de del proyecto de investigación B. Lista priorizada de al menos 30 requerimientos para la aplicación para el muestreo de tiempos.</p>
<p>Desarrollar aplicación móvil con implantación de sistema robusto de aprendizaje profundo, para la recolección de datos, que permita acoplarse a cualquier ambiente de estudio.</p>	<p>A. Desarrollar una aplicación móvil con implantación de sistema robusto a partir de los requerimientos documentados.</p>	<p>A. Obtener una aplicación móvil que permita el muestreo de manera manual. B. Obtener una aplicación móvil que haga uso del sistema de redes neuronales para registrar los tiempos de consulta.</p>	<p>A. La aplicación móvil se despliega sin problemas en plataformas Android. B. La aplicación móvil envía solicitudes al backend, con los datos recolectada.</p>

Objetivo Específico	Tarea	Meta	Indicador
<p>Desarrollar API de comunicación encargado de integrar el sistema de redes neuronales con la aplicación móvil.</p>	<p>A. Ajustar funcionalidad del backend a nuevos requerimientos funcionales. B. Vincular datos recibidos del sistema de redes neuronales, con su formulario en aplicación móvil.</p>	<p>A. Leer, actualizar, escribir y eliminar muestreo de datos de un formulario (Configuración de datos a Registrar). B. Obtener y sesgar datos recibidos del sistema de redes neuronales.</p>	<p>A. El backend transacciona los datos recibidos de la aplicación móvil. B. El backend gestiona los resultados del sistema de redes neuronales.</p>
<p>Evaluar el funcionamiento del sistema de software y su implantación con el sistema robusto de aprendizaje profundo.</p>	<p>A. Realizar pruebas del funcionamiento de la herramienta B. Realizar pruebas de integración con el sistema robusto.</p>	<p>A. Obtener una aplicación móvil que establezca comunicación con el backend según lo esperado. B. Ejecutar un backend que realice el CRUD para los datos suministrados por el cliente móvil.</p>	<p>A. Al menos 30 pruebas de calidad aprobadas y documentadas.</p>

Fuente: elaboración propia

3.4. Análisis de los riesgos

Tabla 3.4.1: Estimación de Impacto

Criterio	Retrasos de la planificación	Valor numérico
Muy Bajo	1 semana	1
Bajo	2 semanas	2
Moderado	1 mes	3
Alto	2 meses	4
Muy Alto	Más de 2 meses	5

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.4.2: Riesgo 1

Referencia	Objetivo específico 1
Código	R-01
Nombre	Mala interpretación de lo solicitado por cliente
Categoría	Administrativo
Causa	Requerimientos mal diseñados
Impacto	3
Estrategia de evasión	Análisis exhaustivo de los procesos correspondientes
Estrategia mitigación	Consulta y aprobación por el cliente
Estrategia contingencia	Análisis y rediseño del requerimiento

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.4.3: Riesgo 2

Referencia	Objetivo específico 2
Código	R-02
Nombre	Análisis de video
Categoría	Tecnológica
Causa	Incompatibilidad de sincronización de resultados obtenidos en el módulo de redes neuronales con los de la aplicación

Impacto	3
Estrategia de evasión	Analizar los resultados del módulo
Estrategia mitigación	Crear un método para usar solo los datos recibidos
Estrategia contingencia	Cambiar análisis lógico del módulo de IA

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.4.4: Riesgo 3

Referencia	Objetivo específico 3
Código	R-03
Nombre	Problemas de compilación del APK
Categoría	Tecnológico
Causa	Incorrecta implementación de la tecnología
Impacto	1
Estrategia de evasión	Indagar en la documentación de la tecnología
Estrategia mitigación	Realizar compilaciones progresivas durante el desarrollo
Estrategia contingencia	Cambiar el código que genere el error

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.4.5: Riesgo 4

Referencia	Objetivo específico 4
Código	R-04
Nombre	Cambio en la red neuronal no muestra resultados favorables
Categoría	Humano
Causa	Incompatibilidad lógica con los resultados
Impacto	2
Estrategia de evasión	Investigar la tecnología para conocer su alcance
Estrategia mitigación	Investigar diferentes propuestas para realizar cambios en la red neuronal

Estrategia contingencia	Cambiar el planteamiento de la propuesta
--------------------------------	--

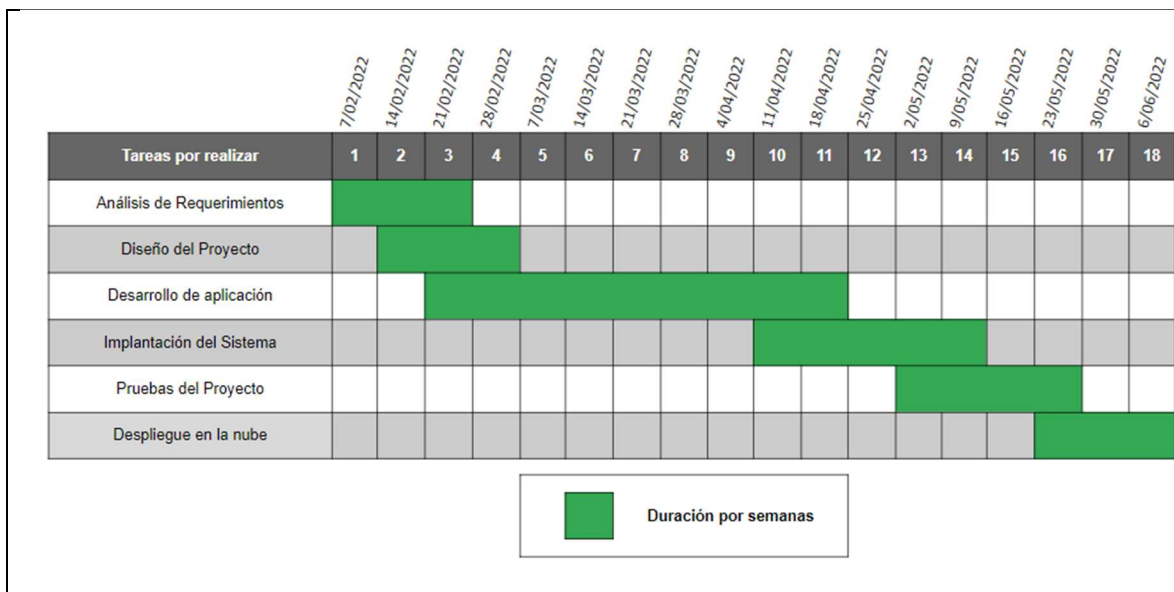
Fuente: elaboración propia

Tabla 3.4.6: Riesgo 5

Referencia	Objetivo específico 5
Código	R-05
Nombre	Acceso tardío a crédito en cuentas de hosting
Categoría	Humano
Causa	Adquisición de cuentas para servidores tardío
Impacto	1
Estrategia de evasión	Empezar procesos de cuenta en etapas tempranas
Estrategia mitigación	Obtener cuenta por otro método
Estrategia contingencia	Ajustar cronograma para el hosting de la aplicación

Fuente: elaboración propia

3.5. Cronograma de trabajo



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Figura 2: Ejemplo del cronograma de Gantt

Capítulo IV

4. Requerimientos y Diseño

4.1. Definición de requerimientos

Los requerimientos de un sistema se definen como los servicios que ha de ofrecer y las restricciones referentes a su funcionamiento. Estos se pueden catalogar en requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales.

Con el fin de satisfacer las necesidades del proyecto se plantean las tareas realizadas para la definición de los requerimientos:

- Reuniones en formato virtual con los involucrados del proyecto, en donde se pueda obtener la idea principal de cómo se utilizará el sistema.
- Comunicación textual del funcionamiento para ajustar las ideas del sistema a lo esperado por el cliente.
- Investigación sobre las tecnologías necesarias para desarrollar la aplicación móvil
- Solicitar información sobre el módulo generado por el desarrollador anterior, para así definir cómo implantar sus resultados en la aplicación.

4.1.1. Necesidades y expectativas

Tabla 4.1.1.1 Muestreo digital

Nombre	Realizar muestreo digital
Prioridad	Alta
Problema	La toma de muestras se realiza a papel, que luego es transferido a digital
Solución actual	Realizar un muestreo presencial y luego hacer recuento de los resultados y transferirlos a un formato digital
Solución propuesta	Tomar las muestras en una herramienta que genere los mismos resultados

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.1.1.2 Análisis de video

Nombre	Realizar muestreo con carga de video
Prioridad	Alta
Problema	El muestreo se realiza de forma manual y presencial
Solución actual	Cargar videos de los sectores objetivo para los tiempos para su análisis en una plataforma.
Solución propuesta	Desarrollar una interfaz como parte de la herramienta, para cargar los videos del módulo

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.1.1.3 Consulta de datos

Nombre	Consultar datos estadísticos
Prioridad	Media
Problema	No hay forma de hacer un análisis rápido de los datos, para consultar datos estadísticos
Solución actual	Se calculan los datos estadísticos en una hoja de Excel luego de haber sido transcrito los datos del muestreo
Solución propuesta	Calcular datos estadísticos como tamaño de muestra, desviación estándar, a partir de una selección de documentos para su análisis

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.1.1.4 Autenticación

Nombre	Autenticación
Prioridad	Alta
Problema	Los datos pueden ser de manera confidencial por lo que requiere un sistema de privacidad
Solución actual	Uso del sistema de autenticación de Firebase
Solución propuesta	Uso del sistema de autenticación de Firebase

Fuente: elaboración propia

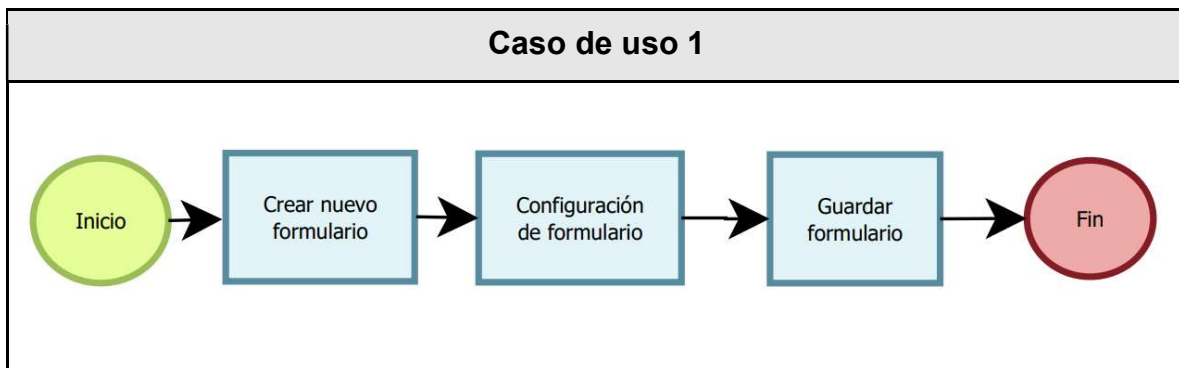
Tabla 4.1.1.5 Descarga de datos

Nombre	Descargar datos
Prioridad	alta

Problema	Para realizar una simulación de los eventos discretos es requerido disponer de ellos en un formato csv.
Solución actual	El usuario digita cada uno de los datos obtenidos, en un archivo txt para luego subirlo al sistema de simulación.
Solución propuesta	Transformar los datos obtenidos a un formato txt o csv para su compatibilidad con en el sistema de simulación

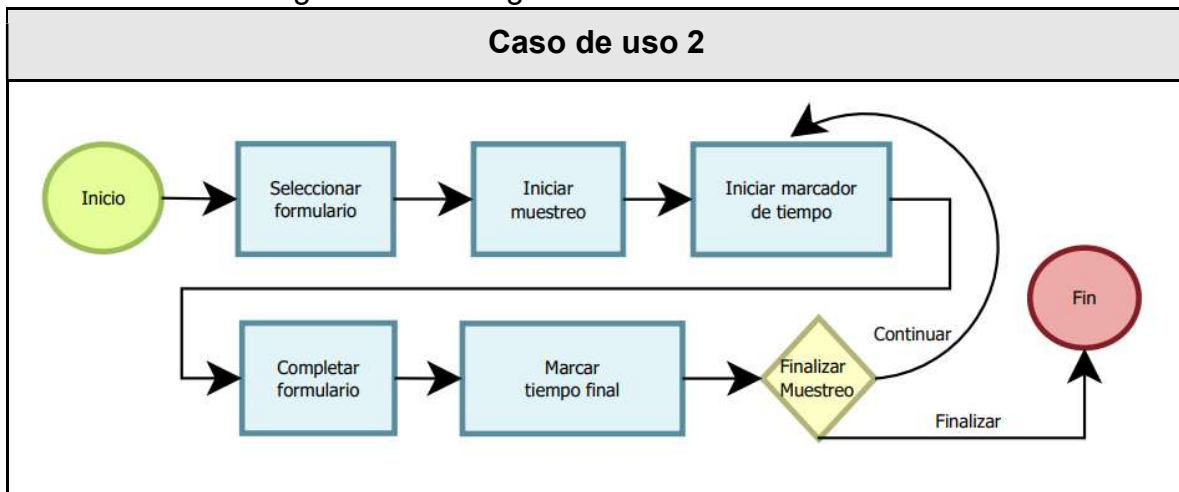
Fuente: elaboración propia

4.1.2. Diagramas Casos de uso



Fuente: elaboración propia

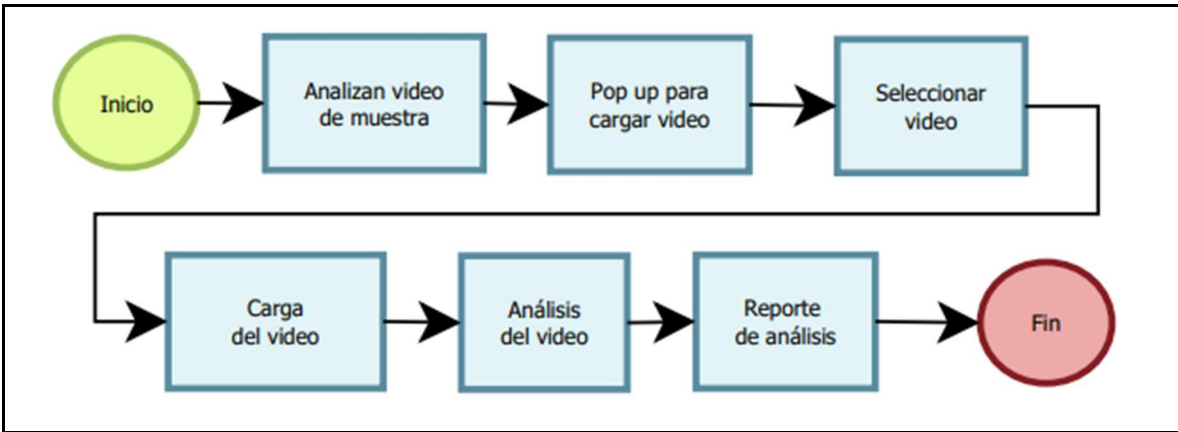
Figura 3. Diagrama creación de formulario



Fuente: elaboración propia

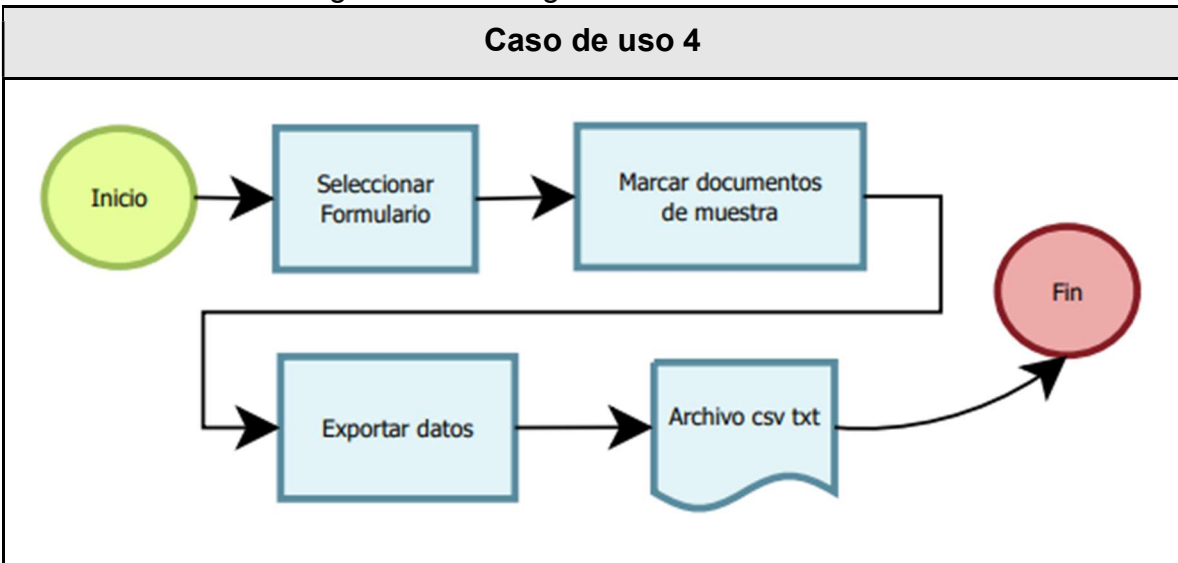
Figura 4. Diagrama muestreo de datos





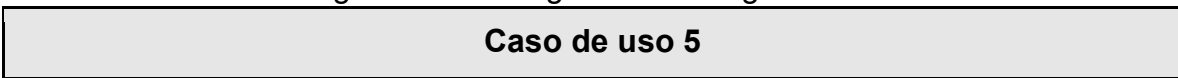
Fuente: elaboración propia

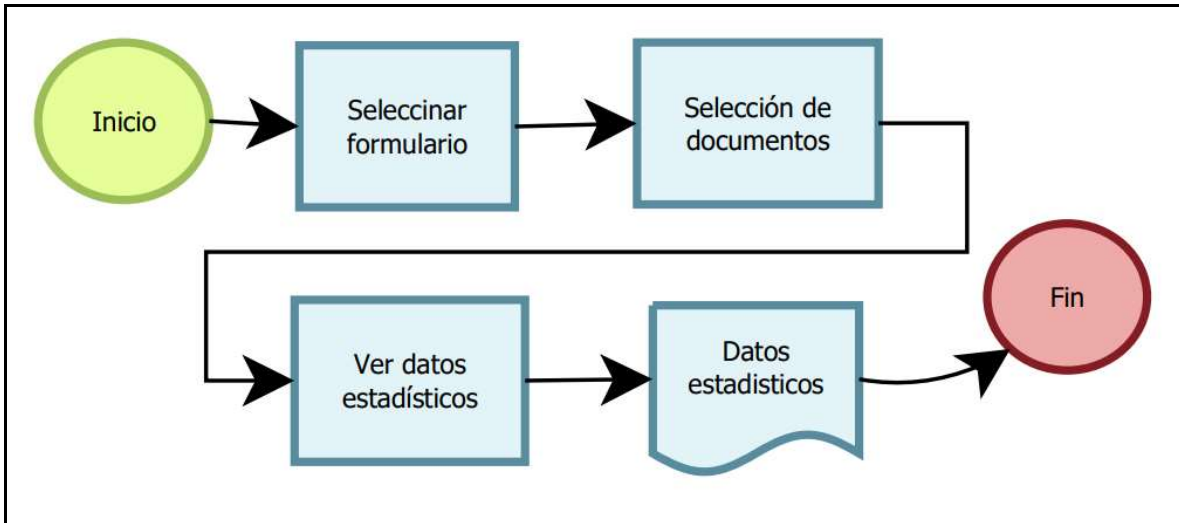
Figura 5. Diagrama análisis de video



Fuente: elaboración propia

Figura 6. Diagrama descargar datos





Fuente: elaboración propia

Figura 7. Diagrama Consulta datos estadísticos

4.1.3. Glosario de términos

A continuación, se documenta una serie de términos y conceptos relacionados con el proyecto de práctica, que será de ayuda para familiarizarse con la temática de la literatura y la comprensión de su contenido.

Tabla 4.1.3.1 Glosario

Término	Definición
Proyecto de práctica	Hace referencia al proyecto de graduación propietario de esta documentación
Proyecto de investigación	Se refiere al proyecto de investigación del cual surge la necesidad de esta aplicación
Muestreo	Recolección de datos específicos a una muestra de la población, para su estudio.
Formulario	Es la configuración de preguntas para recabar datos en el muestreo
Documento	Conjunto de datos recolectados a partir de un formulario en un contexto determinado.
Sistema robusto de aprendizaje profundo	Sistema desarrollado como proyecto de graduación para el proyecto de investigación
Módulo de Aprendizaje	Hace referencia al repositorio y producto de la red

Profundo	neuronal desarrollada
Firestore	Plataforma de servicios en la nube para el desarrollo de aplicaciones web y móvil.
Framework	En computación se hace referencia al entorno preconfigurado que ofrece una tecnología para el uso de esta
El sistema	Se hará referencia como “el sistema”, al producto a desarrollar de este proyecto de práctica.

Fuente: elaboración propia

4.1.4. Requerimientos funcionales

Tabla 4.1.4.1 Requerimientos funcionales Aplicación móvil

Código	Detalle
R001	La aplicación móvil debe ser capaz de registrar un usuario nuevo mediante el nombre de usuario, correo electrónico y contraseña
R002	La aplicación móvil debe ser capaz de validar si el correo a sido verificado para realizar un inicio de sesión exitoso
R003	La aplicación móvil debe proveer un medio para solicitar el correo electrónico de verificación de cuenta, al obtener un inicio de sesión fallido a causa de ello.
R004	La aplicación móvil debe ofrecer la posibilidad de solicitar un cambio de contraseña.
R005	La aplicación móvil debe salvar el token de usuario para mantener una sesión iniciada, aunque la aplicación sea cerrada.
R006	La aplicación móvil deberá refrescar la sesión del usuario automáticamente mientras esta se encuentre en uso
R007	El inicio de sesión de usuario será realizado bajo el correo electrónico y contraseña
R008	Al estar iniciada la sesión, la aplicación deberá contar con la opción de cerrar la sesión activa
R009	La aplicación móvil debe cargar y la lista de formularios pertenecientes al usuario en sesión.
R010	La aplicación móvil tendrá la opción de crear un nuevo formulario.
R011	Durante la creación de formulario la aplicación móvil debe solicitar nombre, objetivo, descripción y vueltas como parte del encabezado del formulario

R012	La aplicación móvil debe ofrecer un entorno de configuración para el formulario en creación, el cual espera título del ítem, tipo y u opciones
R013	La aplicación móvil ofrecerá cuatro tipos de respuestas para la configuración del formulario, respuesta de texto, respuesta numérica, selección única, selección múltiple.
R014	La aplicación móvil deberá mostrar una vista previa de los ítems durante la configuración del formulario.
R015	La aplicación móvil al seleccionar un formulario existente brindara acceso a una vista previa de la configuración al formulario, inicio registro de datos, vista de documentos registrados
R016	La aplicación móvil debe registrar la fecha actual y el usuario al iniciar el muestreo.
R017	La aplicación móvil brindará acceso a los datos de uno o varios documentos como consulta al seleccionarlos dentro del formulario respectivo
R018	La aplicación móvil deberá brindar la opción de descargar los datos en un archivo csv de uno o varios documentos de un formulario respectivo.
R019	La aplicación móvil deberá brindar datos de, media, varianza, desviación estándar como consulta a los datos de uno o varios documentos, así como a los mismos que estén siendo recolectados.
R020	Al iniciar la toma de datos de un formulario, la aplicación móvil desplegará la configuración del formulario y estará en espera de iniciar el tiempo de un dato en muestra
R021	Durante la observación de la muestra, la aplicación móvil hará marcas de tiempo tantas como el dato de vueltas lo indique, incluyendo este dato la marca de tiempo final.
R022	Durante el muestreo el usuario podrá ver lo tiempos registrados para el dato en observación al tocar el cronometro.
R023	Al marcar el tiempo final, la aplicación móvil enviará el dato a la nube para ser guardado en el documento creado a partir del registro en proceso.
R024	Al marcar el tiempo final, la aplicación limpiara el formulario y tiempo de la observación anterior, y se encontrara en un estado espera para inicio de tiempo y finalización de muestra
R025	Durante el muestreo, en la sección de datos se podrá identificar cuales datos no pudieron ser guardados y se podrá reintentar el proceso
R026	Durante el muestreo la aplicación móvil dará acceso a una interfaz para la visualización de los datos registrados.

R027	La aplicación móvil deberá enviar un correo con al usuario con un punto de acceso para la recopilación del archivo multimedia
R028	Mediante la página web el usuario podrá enviar archivos de video con un nombre para ser analizados
R029	La aplicación móvil brindará la opción de visualizar los resultados del análisis del video una vez se hayan completado
R030	La aplicación móvil brindará la opción de descargar en formato csv los resultados del análisis del video, una vez se hayan completado

Fuente: elaboración propia

4.1.5. Requerimientos no funcionales

Tabla 4.1.4.1 Requerimiento no funcional 1

Requerimiento no Funcionales	
Código	RNF-01
Tipo	Producción
Prioridad	Alto
Descripción	El sistema debe ser desplegado en un ambiente de producción para el acceso del usuario final

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.1.4.2 Requerimiento no funcional 2

Requerimiento no Funcionales	
Código	RNF-02
Tipo	Producción
Prioridad	Alta
Descripción	Se debe generar un Android Application Package APK para la instalación de la herramienta el dispositivo Android del usuario final

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.1.4.3 Requerimiento no funcional 3

Requerimiento no Funcionales	
Código	RNF-03
Tipo	Almacenamiento

Prioridad	Alta
Descripción	Los datos recolectados por la aplicación se alojarán una base de datos NoSQL en la nube mediante firebase

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.1.4.4 Requerimiento no funcional 4

Requerimiento no Funcionales	
Código	RNF-04
Tipo	Requerimiento no Funcional
Prioridad	Media
Descripción	La aplicación móvil se desarrollará nuevamente en la tecnología de React Native

Fuente: elaboración propia

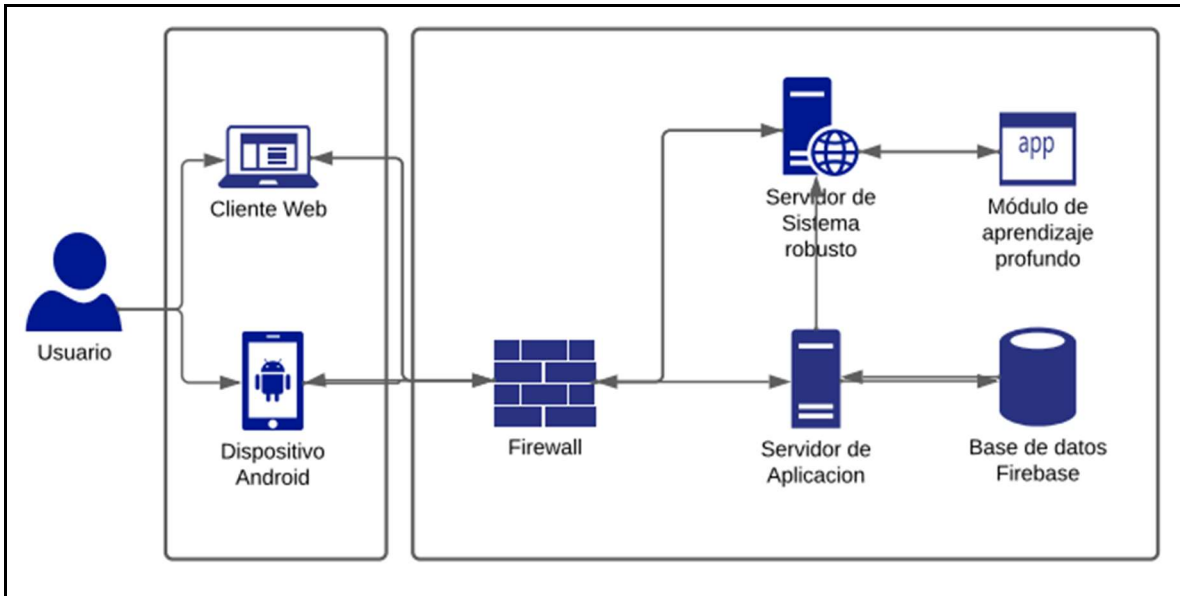
4.2. Diseño de la plataforma de software

El diseño de la plataforma de software está enfocado para ser adaptable a cualquier área de estudio que requiera realizar una simulación de eventos discretos. Dado el caso se plantea que el sistema debe tener todo su funcionamiento en la nube para brindar esa inmediatez deseada en la consulta y toma de datos.

Para llevar a cabo el diseño de la plataforma se hizo una investigación sobre los sistemas desarrollados anteriormente, tanto la aplicación móvil como el sistema robusto de aprendizaje profundo y se investigó sobre las tecnologías sobresalientes en el área de desarrollo.

4.3. Arquitectura conceptual

Para el desarrollo del proyecto se plantea continuar las tecnologías de los sistemas existentes, a excepción de la aplicación móvil que será desarrollada sobre React Native. De este modo, las tecnologías sin modificar para la aplicación móvil corresponden a NodeJS y Firebase para el backend y la base de datos respectivamente. Además, el modelo será editado y trabajado sobre las mismas tecnologías implementadas durante el desarrollo estas incluyen Flask, Python y OpenCV.

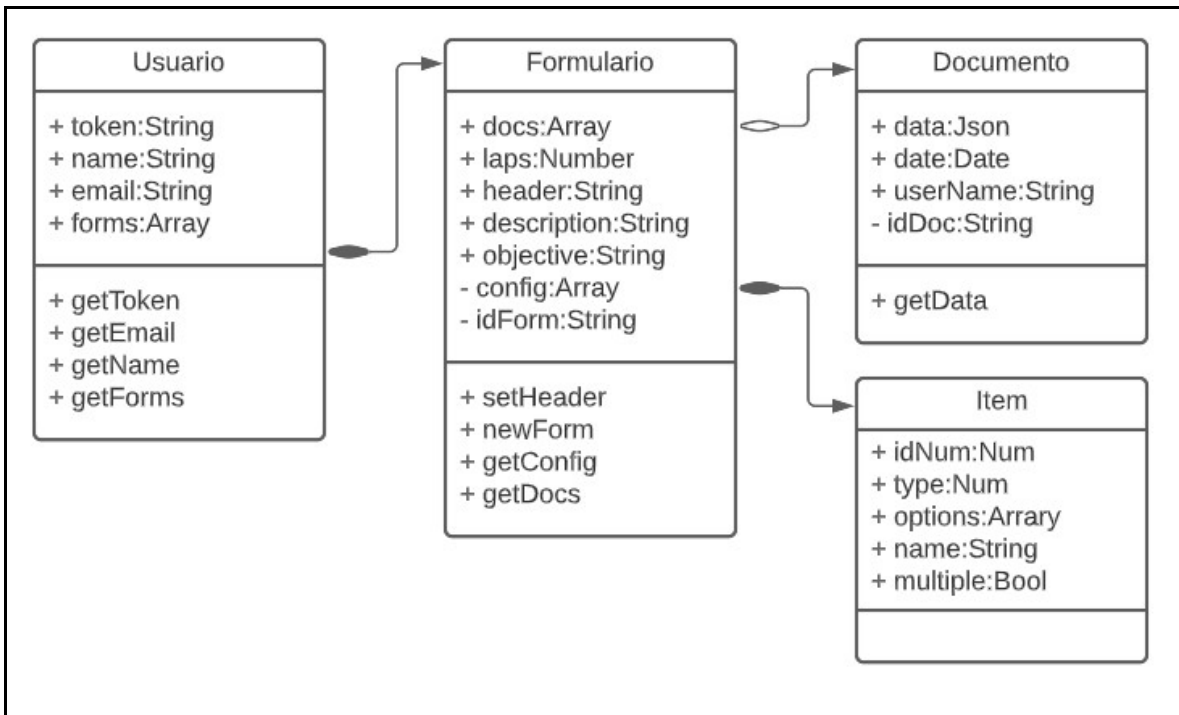


Fuente: elaboración propia

Figura 8. Arquitectura conceptual de la solución

4.3.1. Clases

Ajustando el concepto de clase al paradigma de desarrollo usado por React, e implementado Redux, cada una de las clases representa un contenedor de estados y seguidamente los métodos de acción para cada contenedor.

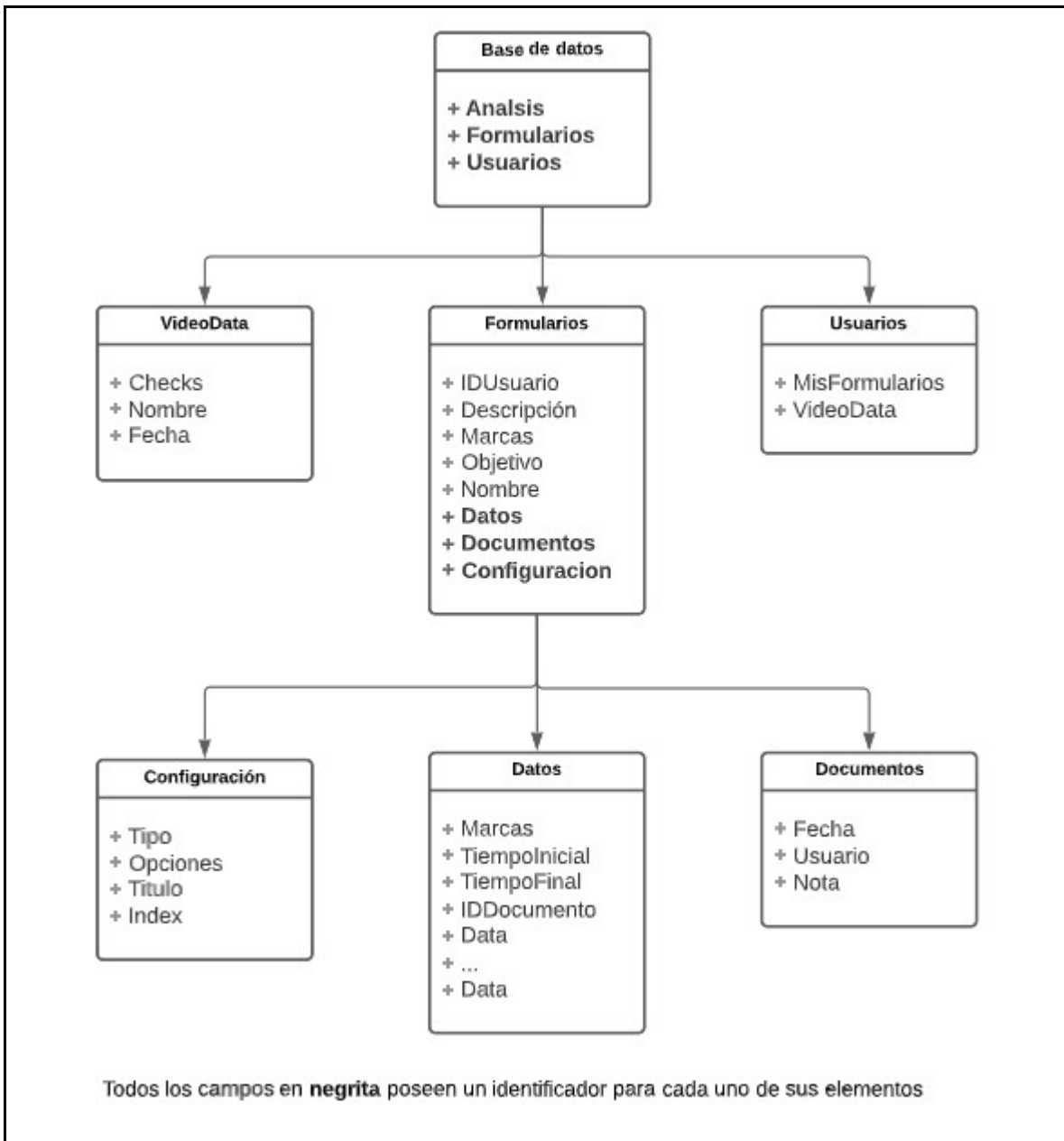


Fuente: elaboración propia

Figura 9. Diagrama de clases

4.3.2. Base de datos

Dado que la base de datos para la solución es NoSQL, este conceptualmente se podría explicar como un diccionario estándar {Clave, Valor}, de este modo la primera clave de la base de datos es VideoData, este contiene los datos de cada resultado del análisis de video mediante redes neuronales. Del mismo modo, como segundo nodo se encuentra Formularios, que está compuesto de todos los formularios, con su identificador como clave. Cada uno formado por datos de encabezado y tres nodos principales, configuración, datos registrados y documentos, encargados de almacenar la configuración de cada ítem del formulario, los datos registrados con el formulario y el documento de cada muestreo respectivamente. Por último, la tercera clave de la base de datos, Usuarios, este al igual que los formularios está compuesto por todos los usuarios con su identificador como clave. Los usuarios están confirmados por dos listas de referencias hacia sus formularios y los datos resultados del análisis de video.



Fuente: elaboración propia

Figura 10. Diagrama estructura datos de formulario NoSQL

Capítulo V

5. Plataforma de software

5.1. Proceso de desarrollo

Para iniciar la elaboración del sistema primero se reunieron los proyectos en un único usuario de GIT, con el fin de usar esta misma cuenta para autenticación en GCP donde se desplegará la plataforma en la nube.

Seguidamente se ejecutan y prueban cada repositorio que compone el sistema, con el fin de encontrar incompatibilidad con el código actual del framework o discontinuación de alguna librería.

Una vez actualizados y en ejecución los proyectos, se procede a iniciar la configuración del entorno para el desarrollo de la aplicación móvil. Haciendo uso principalmente de React-Native procede a realizar las siguientes tareas para el desarrollo de la aplicación móvil y el sistema en su totalidad:

Tabla 5.1.1 Tareas del proceso de desarrollo

Código tarea	Descripción
T01	Configuración e implementación de estructuras para el uso de librerías principales para el desarrollo de la aplicación como React-Router, Redux, etc
T02	Desarrollo de interfaz y funcionamiento de autenticación con firebase.
T03	Creación, configuración y guardado de formulario para el muestreo de datos
T04	Consulta de formulario, interfaces para la visualización de encabezado, configuración y documentos
T05	Recolección y guardado de datos, implementación de cronometro y visualización de datos recolectados
T06	Consultas de documentos, descarga en formato csv y datos estadísticos

Código tarea	Descripción
T07	Ampliación del Api Rest del modelo de aprendizaje profundo para integrar comunicación con el servidor central de la aplicación y realizar guardado de resultado del análisis de video y cálculo de reportes estadísticos
T08	Reestructuración visual y funcional del punto de accesos web para alinearlos a los requisitos del sistema

Fuente: elaboración propia

Dadas las tareas se obtuvieron los siguientes resultados.

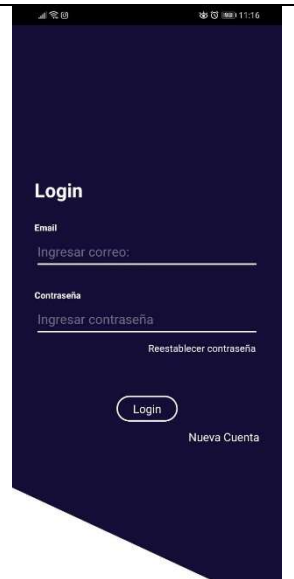


Tabla 5.1.2 Integración de librerías al proyecto

Resultados de desarrollo 1	
Código tarea	T01
Modelo	Integración de librerías al proyecto
Arquitectura	Aplicación móvil
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Se configuró el navegador privado y público de la aplicación. - Se realizó la configuración básica de gestión de datos mediante Redux - Se configuró los permisos de aplicación para la descarga de archivos al dispositivo y el acceso a internet
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> - React-Navigator - Redux - rn-fetch-blob
Estado	Completado 100%
Observaciones	- La configuración inicial del proyecto es parte fundamental para un desarrollo ordenado y consistente de los requerimientos

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.1.3 Autenticación del usuario


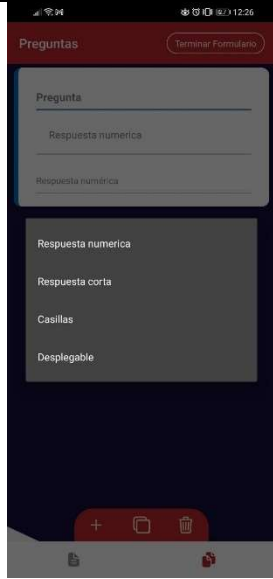

Resultados de desarrollo 2	
Código tarea	T02
Modelo	Autenticación del usuario
Arquitectura	Aplicación móvil
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del manejo de sesiones mediante token - Desarrollo del registro de usuarios - Desarrollo de la autenticación de usuario - Adición de solicitud para cambio de contraseña

Resultados de desarrollo 2			
	- Se validó y agregó opción de solicitud de verificación de usuario		
Herramientas	- Firebase		
Estado	Completado 100%		
Observaciones	- Se restringió por tiempo la cantidad de solicitudes de verificación de correo ya que producía un comportamiento incongruente y el proveedor procede a bloquear la funcionalidad		
Pantallas			
	Login	Registro	Verificación de cuenta

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.1.4 Creación de formulario

Resultados de desarrollo 3	
Código tarea	T03
Modelo	Creación de formulario
Arquitectura	Aplicación móvil - Backend
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de interfaz interactiva para la configuración de ítems del formulario - Desarrollo de cuestionario para el registro del encabezado - Bloqueo a creación de formularios inválidos o incompletos - Se agregó una vista previa de la configuración del formulario como interfaz interactiva para la reedición de los ítems - Solicitud de guardado al backend del sistema
Herramientas	React Native debugger

Resultados de desarrollo 3			
Estado	Completado 100%		
Observaciones	- El formulario en configuración solo es descartable de manera voluntaria y solo se abandonará la interfaz por este medio o automáticamente concluir el formulario		
Pantallas			
	Encabezado	Configuración de ítem	Vista de configuración

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.1.5 Visualización y consulta de formulario

Resultados de desarrollo 4	
Código tarea	T04
Modelo	Visualización y consulta de formulario
Arquitectura	Aplicación móvil - Backend
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de interfaz para la visualización de encabezado del formulario seleccionado - Vista previa de la configuración para el muestreo del formulario - Consulta y visualización de documentos guardados a partir de muestreos anteriores
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> - Firebase Admin SDK - Express
Estado	Completo 100%
Observaciones	- Es posible visualizar la configuración del formulario justo como se vería si se llevara a cabo el muestreo sin la necesidad de iniciar dicho proceso

Resultados de desarrollo 4			
Pantallas			
	Formulario	Vista previa	Documento / Selección

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.1.6 Muestreo de datos

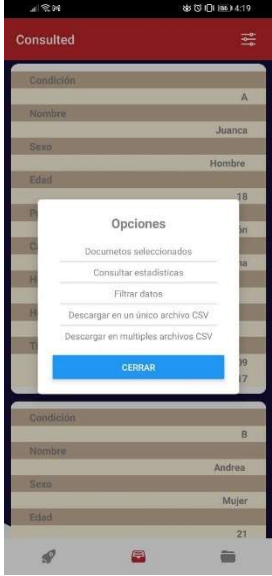

Resultados de desarrollo 5	
Código tarea	T05
Modelo	Muestreo de datos
Arquitectura	Aplicación móvil - Backend
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaz de recolección de datos - Guardado de datos registrados en la nube - Control del cronometro para la observación - Visualización de datos recolectados del muestreo actual
Herramientas	- Firebase Admin SDK
Estado	Completado – 80%
Observaciones	- El muestreo de datos puede verse interrumpido por desconexión a internet, sin embargo, esto no alterará los datos previamente salvados, ni detendrá el muestreo

Resultados de desarrollo 5			
Pantallas			
			
			
	Muestreo de formulario	Finalizar muestreo	Datos recolectados

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.1.7 Visualización y consulta de documentos

Resultados de desarrollo 6	
Código tarea	T06
Modelo	Visualización y consulta de documentos
Arquitectura	Aplicación Móvil - Backend
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> -Multi selección de documentos - Descarga de datos de documentos seleccionados en formato csv - Descarga de múltiples archivos csv según documentos seleccionados - Consulta y visualización de datos de documentos seleccionados - Consulta de datos estadísticos al servidor
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> - Express - Firebase admin SDK
Estado	Completado 100%
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Los archivos se descargan correctamente en el dispositivo móvil - Consulta y cálculo de estadísticas con éxito

Resultados de desarrollo 6		
Pantallas		
	Opciones de datos	Datos estadísticos

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.1.8 Integración entre sistemas de servidores

Resultados de desarrollo 7	
Código tarea	T07
Modelo	Integración entre sistemas de servidores
Arquitectura	Backend
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de consultas estadísticas precisas en servidor del modelo - Redirección y envío de datos para la consulta de datos estadísticos desde servidor principal - Almacenamiento de resultados del análisis del video como solicitud del servidor del modelo - Solicitud de datos estadísticos de la muestra - Envío de punto de acceso al proveedor de video, por correo electrónico
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> - Express - Firebase Admin SDK - Flask
Estado	Completado 100%
Observaciones	- Los servidores se comunican con éxito

Resultados de desarrollo 7		
Pantalla		
	Correo de punto de acceso	Solicitud punto de acceso

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.1.9 Reconstrucción visual y funcional de página web

Resultados de desarrollo 8	
Código tarea	T08
Modelo	Reconstrucción visual y funcional de página web
Arquitectura	Aplicación móvil - Backend
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización visual de interfaz web para la carga del archivo de video - Eliminación de funciones obsoletas de la plataforma - Adaptación de ejecución del modelo para integración con nueva entrega de resultados - Verificación de token de usuario para acceder al proveedor de video
Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> - Flask - NumPy
Estado	Completo 100%
Observaciones	- Se encuentra en espera determinar hasta qué punto el sistema anterior para la ejecución del modelo se conservará para la solución actual

Resultados de desarrollo 8	
Pantalla	
	Proveedor de video

Fuente: elaboración propia

Resultados obtenidos en el desarrollo de la plataforma de software

5.2. Evaluación

Para el proceso de pruebas de calidad, se dispuso el uso del framework Jest, este es una de las tecnologías más populares para la elaboración de pruebas para el lenguaje de programación JavaScript, compatible con diversas tecnologías como Angular, Vue y la que nos interesa React Native.

Mediante el uso de Jest se realizaron pruebas unitarias y de integración a la aplicación móvil, con el fin de identificar posibles errores y el correcto funcionamiento de la aplicación. Para ello seguidamente se usará como referencia los requerimientos del proyecto, como validadores de alcance y desarrollo.

Seguidamente se detalla las tareas realizadas para la evaluación de la aplicación, estas pueden variar según lo requiera el componente.

Tabla 5.2.1 Tareas del proceso de verificación

Código de tarea	Descripción
T01	Prueba unitaria actualización de estado para formularios
T02	Prueba unitaria despliegue de pantalla según parámetros
T03	Verificación acciones y parámetros con maqueta de módulos
T04	Prueba unitaria de navegación y redirección entre ventanas

Fuente: elaboración propia

De este modo, según fuese requeridas las tareas, se verificaron los siguientes casos de prueba.

Tabla 5.2.2 Caso de prueba 1

Código	CP001
Sistema Operativo	Android
Descripción	Registro valido mediante el nombre de usuario, correo electrónico y contraseña
Nombre	Registro
Predicciones	Registro de usuario exitoso
Pasos	*Nombre: Juan *Correo: juan@gmail.com *Contraseña: 123456 *Registrar: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Envío de datos al api de firebase
Fracaso	Alerta datos inválidos

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.3 Caso de prueba 2

Código	CP002
Sistema Operativo	Android
Descripción	Registro invalido mediante el nombre de usuario, correo electrónico y contraseña
Nombre	Registro invalido
Predicciones	Registro de usuario fallido
Pasos	*Nombre: Juan “ min un invalido *Correo: juan@gmail.com “ *Contraseña: 123456 “ *Registrar: press
Resultados esperados	Fracaso
Éxito	Envío de datos al api de firebase
Fracaso	Alerta datos inválidos

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.4 Caso de prueba 3

Código	CP003
Sistema Operativo	Android

Descripción	Validación de correo verificado.
Nombre	Validación de correo verificado.
Predicciones	Correo no verificado
Pasos	*Correo: correo no verificado *Contraseña: Contraseña correcta *Iniciar Sesión: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Redirección a pantalla verificación de cuenta
Fracaso	Sesión iniciada

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.5 Caso de prueba 4

Código	CP004
Sistema Operativo	Android
Descripción	Solicitar verificación de cuenta
Nombre	Solicitud de verificador de cuenta
Predicciones	Solicitud enviada
Pasos	*Registro exitoso inicio sesión con cuenta no verificada *Enviar correo de verificación: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Solicitud enviada
Fracaso	Alerta solicitud ya enviada

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.6 Caso de prueba 5

Código	CP005
Sistema Operativo	Android
Descripción	Solicitar cambio de contraseña.
Nombre	Cambio de contraseña
Predicciones	Solicitud enviada
Pasos	*Cambiar contraseña: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Solicitud enviada
Fracaso	Alerta correo no enviado

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.7 Caso de prueba 6

Código	CP006
Sistema Operativo	Android
Descripción	Inicio de sesión con correo y contraseña
Nombre	Inicio de sesión valido
Predicciones	Autenticación valida
Pasos	*Correo Electrónico: juan@gmail.com *Contraseña: 123456 *Iniciar sesión: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Sesión iniciada
Fracaso	Alerta datos inválidos

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.8 Caso de prueba 7

Código	CP007
Sistema Operativo	Android
Descripción	Inicio de sesión con correo y contraseña
Nombre	Inicio de sesión invalida
Predicciones	Autenticación invalida
Pasos	*Correo Electrónico: juan@gmail.com *Contraseña: 123456 *Iniciar sesión: press
Resultados esperados	Fracaso
Éxito	Sesión iniciada
Fracaso	Alerta datos inválidos

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.9 Caso de prueba 8

Código	CP008
Sistema Operativo	Android
Descripción	Salvado y actualización de token
Nombre	Manejo de token
Predicciones	Token salvado y actualizado
Pasos	*Correo Electrónico: juan@gmail.com *Contraseña: 123456 *Iniciar sesión: press *Esperar

Resultados esperados	Éxito
Éxito	Llamada Async-Storage 2 veces
Fracaso	Llamada Async-Storage 1 o 0 veces

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.10 Caso de prueba 9

Código	CP009
Sistema Operativo	Android
Descripción	Cierre de sesión y redirección de pantalla
Nombre	Cerrar sesión
Predicciones	Sesión cerrada
Pasos	*Botón menú: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Sesión cerrada
Fracaso	-

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.11 Caso de prueba 10

Código	CP010
Sistema Operativo	Android
Descripción	Carga y despliegue de formularios
Nombre	Visualización de formularios
Predicciones	Consulta de formularios
Pasos	*Inicio de sesión valida
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Visualización de formularios o No hay formularios disponibles
Fracaso	Alerta error cargar formularios

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.12 Caso de prueba 11

Código	CP011
Sistema Operativo	Android
Descripción	Configuración de encabezado con nombre, objetivo, descripción y vueltas.
Nombre	Encabezado de formulario nuevo
Predicciones	Formulario de encabezado

Pasos	*Nuevo formulario: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Entradas de encabezado
Fracaso	-

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.13 Caso de prueba 12

Código	CP012
Sistema Operativo	Android
Descripción	Ítem configurable con título tipo y u opciones
Nombre	Configuración de ítem
Predicciones	Visualización configurable de cada tipo de ítem
Pasos	Parámetros: {...params, type: 1, 2, 3, 4}
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Visualización esperada de cada tipo de ítem
Fracaso	Visualización de ítems incongruente con los parámetros

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.14 Caso de prueba 13

Código	CP013
Sistema Operativo	Android
Descripción	Configuración de ítem mediante, respuesta de texto, numérica, casillas, o desplegable
Nombre	Configurar tipo de ítem
Predicciones	El ítem muta según lo indicado
Pasos	*Tipo: press *Numérico: press o *Texto: press o *Casilla: press o *Desplegable: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Mutación al ítem correcto
Fracaso	Muestra un ítem incorrecto

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.15 Caso de prueba 14

Código	CP014
--------	-------

Sistema Operativo	Android
Descripción	Al configurar formulario se muestra los ítems creados
Nombre	Vista previa de ítems durante la configuración
Predicciones	Vista de ítems anteriores
Pasos	*Nuevo ítem: press *Nuevo ítem: press *Nuevo ítem: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Visualización de ítems
Fracaso	No se muestran todos los ítems

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.16 Caso de prueba 15

Código	CP015
Sistema Operativo	Android
Descripción	Crear un nuevo formulario. acceso validaciones y solicitud
Nombre	Crear formulario nuevo exitoso
Predicciones	Solicitud crear formulario
Pasos	*Nuevo formulario: press *Nombre: Hospital *Descripción: Consultoría *Objetivo: Muestreo *Marcas de tiempo: 2 *Sección 2: press *Nuevo ítem: press *Crear formulario: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Envió de nuevo formulario
Fracaso	Alerta error al crear formulario

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.17 Caso de prueba 16

Código	CP016
Sistema Operativo	Android
Descripción	Detalles de formulario documentos, inicio, vista previa
Nombre	Detalles de formulario
Predicciones	Se accede correctamente a cada apartado del formulario

Pasos	*Documentos: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se accede correctamente a cada apartado
Fracaso	No tiene acceso a ventanas de detalles

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.18 Caso de prueba 17

Código	CP017
Sistema Operativo	Android
Descripción	Registro de detalles de documento al iniciar muestreo
Nombre	Registro detalles de nuevo documento
Predicciones	Se registran los detalles del documento
Pasos	*Nota: opcional *Iniciar: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Acción con detalles del documento
Fracaso	-

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.19 Caso de prueba 18

Código	CP018
Sistema Operativo	Android
Descripción	Al iniciar muestreo se muestra formulario y cronometro.
Nombre	Inicio de muestreo
Predicciones	Se muestra el formulario limpio y un cronometro detenido
Pasos	*Nota: opcional *Iniciar: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se despliega un cronómetro detenido y la configuración del formulario seleccionado según lo esperado
Fracaso	El formulario no se muestra o es incongruente con lo esperado de la configuración

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.19 Caso de prueba 19

Código	CP019
Sistema Operativo	Android

Descripción	Se hacen tantas marcas de tiempo como el dato de vueltas lo indique, incluyendo la marca de tiempo final.
Nombre	Marcas de tiempo
Predicciones	Se marcan los tiempos con éxito
Pasos	*Iniciar cronometro: press **Marcar tiempo: press *Marcar final: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	El botón de cronometro reacciona según lo esperado según la marca de tiempo por registrar
Fracaso	*Las acciones del cronometro no coinciden con las marcas esperadas

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.21 Caso de prueba 20

Código	CP020
Sistema Operativo	Android
Descripción	Observar el registro de tiempos para el individuo en observación
Nombre	Ver registro de tiempos
Predicciones	Al tocar el cronometro se muestran los tiempos marcados
Pasos	*Iniciar cronometro: press *Cronometro: Deslizar hacia arriba
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se muestran los tiempos en registro
Fracaso	Los tiempos son incongruentes con los esperados

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.22 Caso de prueba 21

Código	CP021
Sistema Operativo	Android
Descripción	Registro de dato al marcar tiempo final
Nombre	Registro de dato al documento
Predicciones	Se hace la solicitud de registro
Pasos	**Ingresar datos *Iniciar cronometro: press *Marcar tiempo: press

	*Marcar final: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se hace la solicitud de registro con datos esperados
Fracaso	Se guarda el dato sin identificador

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.23 Caso de prueba 22

Código	CP022
Sistema Operativo	Android
Descripción	Salvar dato no registrado al marcar tiempo final
Nombre	Salvar dato no registrado al documento
Predicciones	Se hace la solicitud de registro
Pasos	**Ingresar datos *Iniciar cronometro: press *Marcar tiempo: press *Marcar final: press
Resultados esperados	Fracaso
Éxito	Se hace la solicitud de registro con datos esperados
Fracaso	Se guarda el dato sin identificador

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.24 Caso de prueba 23

Código	CP023
Sistema Operativo	Android
Descripción	Al marcar tiempo final, se limpia el formulario, y se podrá finalizar el muestreo
Nombre	Reinicio de formulario en muestreo
Predicciones	Se limpia el formulario y aparece el botón de inicio/finalizar
Pasos	**Ingresar datos *Iniciar cronometro: press *Marcar tiempo: press *Marcar final: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se muestra botón de inicio/finalizar limpia el cronometro y formulario
Fracaso	El formulario sigue mostrando el registro anterior

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.25 Caso de prueba 24

Código	CP024
Sistema Operativo	Android
Descripción	Visualización de los datos registrados durante muestreo.
Nombre	Visualización de datos durante muestreo
Predicciones	Se muestran los datos del muestreo
Pasos	*Iniciar muestreo: press **Registrar datos Exitosos *Datos: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se muestran los datos registrados
Fracaso	No se visualizan los datos según lo configurado

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.26 Caso de prueba 25

Código	CP025
Sistema Operativo	Android
Descripción	Identificación de datos no guardados
Nombre	Visualización de datos no registrados
Predicciones	Se identifican los datos no registrados
Pasos	*Iniciar muestreo: press **Guardar datos *Datos: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se identifican los datos no registrados correctamente
Fracaso	Los datos no se muestran según lo esperado

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.27 Caso de prueba 26

Código	CP026
Sistema Operativo	Android
Descripción	Solicitud de reintentar guardado de datos
Nombre	Reintentar registrar datos
Predicciones	Se realiza la solicitud con datos no registrados
Pasos	*Iniciar muestreo: press **Guardar datos

	*Datos: press *BotonAlerta: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se realiza la solicitud de registro con datos guardados
Fracaso	La solicitud no contiene los datos esperados

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.28 Caso de prueba 27

Código	CP027
Sistema Operativo	Android
Descripción	Consulta de datos a partir de documentos
Nombre	Consultar datos de documento
Predicciones	Se realiza la consulta de datos y se despliega en pantalla
Pasos	*Documento: press o longPress, press, press... options *Ver datos: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se consultan y muestran los datos de los documentos
Fracaso	No se muestran los datos y no se registran documentos seleccionados

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.29 Caso de prueba 28

Código	CP028
Sistema Operativo	Android
Descripción	Descargar los datos en un archivo csv de uno o varios documentos de un formulario respectivo.
Nombre	Descargar datos de documentos
Predicciones	Se hace la solicitud de descarga
Pasos	*Selección de documentos *Descargar csv o Descargar multiples csv: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se hace la solicitud un archivo o Se hace múltiples solicitudes de archivos
Fracaso	No se hace la solicitud con los documentos esperados

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.30 Caso de prueba 29

Código	CP029
Sistema Operativo	Android
Descripción	Se consulta y muestra datos estadísticos con éxito, de documentos, datos consultados y en muestra
Nombre	Consulta de datos estadísticos
Predicciones	Se consulta y muestra los datos
Pasos	Consultar estadísticas*
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se hace la consulta de datos con los documentos esperados
Fracaso	No se realiza la acción, o reciben los parámetros esperados

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.31 Caso de prueba 30

Código	CP030
Sistema Operativo	Android
Descripción	Solicitud correo con acceso para la recopilación del archivo multimedia
Nombre	Solicitud punto de acceso a proveedor multimedia
Predicciones	Se envía la solicitud con éxito
Pasos	*Solicitar acceso: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se envía solicitud de acceso Se oculta la opción de solicitar acceso
Fracaso	Alerta error

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.32 Caso de prueba 31

Código	CP031
Sistema Operativo	Android
Descripción	Visualización de los resultados del análisis del video
Nombre	Ver resultados de análisis
Predicciones	Se muestran los datos del análisis
Pasos	*Selección de análisis
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se muestran los resultados del análisis

Fracaso	No es posible acceder al análisis seleccionado
---------	--

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.2.33 Caso de prueba 32

Código	CP032
Sistema Operativo	Android
Descripción	Descargar archivo csv con datos del análisis
Nombre	Descargar datos del análisis
Predicciones	Se solicita la descarga del análisis seleccionado
Pasos	*Seleccionar análisis *Descargar datos: press
Resultados esperados	Éxito
Éxito	Se solicita la descarga de datos
Fracaso	La solicitud no se realiza con los parámetros esperados

Fuente: elaboración propia

Así mismo, mediante la elaboración de las tareas para la verificación, se probaron los casos de uso documentados anteriormente, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 5.2.4 Resultados de casos de prueba

Evaluación de casos de uso		
Código	Detalle	Resultado
CP001	Registro invalido mediante el nombre de usuario, correo electrónico y contraseña	Aprobado
CP002	Registro valido mediante el nombre de usuario, correo electrónico y contraseña	Aprobado
CP003	Validación de correo verificado.	Aprobado
CP004	Solicitar verificación de cuenta	Aprobado
CP005	Solicitar cambio de contraseña.	Aprobado
CP006	Inicio de sesión valido con correo y contraseña	Aprobado
CP007	Inicio de sesión invalido con correo y contraseña	Aprobado
CP008	Salvado y actualización de token	Aprobado
CP009	Cierre de sesión y redirección de pantalla	Rechazado
CP010	Carga y despliegue de formularios	Aprobado
CP011	Configuración de encabezado con nombre, objetivo, descripción y marcas.	Aprobado
CP012	Ítem configurable con título tipo y u opciones	Aprobado

Evaluación de casos de uso		
Código	Detalle	Resultado
CP013	Configuración de ítem mediante, respuesta de texto, numérica, casillas, o desplegable	Aprobado
CP014	Al configurar formulario se muestra los ítems creados	Aprobado
CP015	Crear un nuevo formulario. acceso validaciones y solicitud	Aprobado
CP016	Detalles de formulario documentos, inicio, vista previa	Aprobado
CP017	Registro de detalles de documento al iniciar muestreo	Aprobado
CP018	Al iniciar muestreo se muestra formulario y cronometro.	Aprobado
CP019	Se hacen tantas marcas de tiempo como el dato de vueltas lo indique, incluyendo la marca de tiempo final.	Aprobado
CP020	Observar el registro de tiempos para el individuo en observación	Aprobado
CP021	Registro de dato al marcar tiempo final	Aprobado
CP022	Salvar dato no registrado al marcar tiempo final	Aprobado
CP023	Al marcar tiempo final, se limpia el formulario, y se podrá finalizar el muestreo	Aprobado
CP024	Visualización de los datos registrados durante muestreo.	Aprobado
CP025	Identificación de datos no guardados	Aprobado
CP026	Solicitud de reintentar guardado de datos	Aprobado
CP027	Consulta de datos a partir de documentos	Aprobado
CP028	Descargar los datos en un archivo csv de uno o varios documentos de un formulario respectivo.	Aprobado
CP029	Se consulta y muestra datos estadísticos con éxito, de documentos, datos consultados y en muestra	Aprobado
CP030	Solicitud correo con acceso para la recopilación del archivo multimedia	Aprobado
CP031	Visualización de los resultados del análisis del video	Aprobado
CP032	Descargar archivo csv con datos del análisis	Aprobado

Fuente: elaboración propia

Capítulo VI

6. Conclusiones

- Mediante las pruebas de calidad realizadas al sistema de software, se puede afirmar que cumple con los requerimientos funcionales documentados además de otras características de interfaz de usuario no documentadas, y permite ejecutar los casos de uso diseñados para realizar un muestreo digital.
- Se logra incorporar el modelo de aprendizaje profundo en la solución de la aplicación, dando como resultado una aplicación que brinda acceso personalizado al proveedor de video para el análisis mediante un punto de acceso web recibido por correo, donde los resultados respectivos serán almacenados y registrados en los datos usuario gracias al API desarrollado para comunicar los servicios de ambos servidores.
- Gracias a la herramienta resultada de este proyecto, se brinda a los investigadores la opción de obtener resultados en digital de muestreo asistido en tiempo real, e incluso de prescindir de realizar un muestreo, mediante el análisis de un video con imagen a un cubículo para la extracción de tiempos. De manera que, con el uso de esta, es posible dedicar más tiempo a tareas fundamentales de la investigación.
- El desarrollo de la aplicación móvil hace su contribución al mejoramiento tecnológico del proceso de toma de datos, mediante la incorporación del análisis de video con redes neuronales y la digitalización del muestreo asistido de tiempos y datos varios, a los métodos actuales para la recolección de datos.

- El desarrollo de la herramienta con React Native, cumplió con éxito el objetivo de eliminar un proceso que pausaba 2 segundos la recopilación de datos en el prototipo con Ionic, gracias al desarrollo componentes mediante estados que caracteriza a esta tecnología y su compatibilidad con la lógica que esta parte del proyecto requería.
- Dada la reutilización de la red neuronal para el análisis de videos, los resultados del análisis en el presente proyecto están fuertemente ligados a los obtenidos en el proyecto anterior, de manera que las limitaciones de la red, también se encuentran presentes, como lo es la inconsistencia en la aparición de falsos positivos en los resultados del modelo de redes neuronales.

6.1. Recomendaciones

- La solución desarrollada para el análisis de video se encuentra fundamentada bajo la premisa de suplir un archivo previamente adquirido, requiriendo un intermediario para el análisis. Sin embargo, la solución podría subir un nivel más de automatización mediante el análisis de video en tiempo real.
- La aplicación, aunque sí cumple su funcionalidad de recolección de datos, esta podría mejorarse añadiendo accesibilidad mediante una característica de compartir formulario a otros usuarios para que estos también puedan registrar documentos de datos al mismo repositorio del formulario compartido.
- Para el mejoramiento de procesos de toma de datos, se podría incorporar el análisis de voz para el registro de datos variados. Es entendido actualmente que para la solución de análisis de video se observaba problemas de rendimiento, aun así, en un futuro con tecnología más potente, se podría llevar a cabo un muestreo en vivo de tiempos y datos por medio del análisis de video y audio con el uso de redes neuronales
- Teniendo en cuenta que el escalado de la aplicación se espera que sea bajo, debido al tipo de proyecto para el que está enfocado Firebase, se recomienda hacer un limpiador de datos, por ejemplo, que documentos y análisis de videos con treinta días de registrados sean eliminados de la base de datos, esto con el fin de mantener el sistema limpio y apegándose a la funcionalidad

de la herramienta que es captar los datos para luego ser exportados en digital.

- Gracias modo de operar React Native y su compatibilidad con el dinamismo de los formularios requerida para la solución, se logró resolver con éxito las operaciones principales para el uso de la herramienta, sin embargo, esta se podría aprovechar aún más añadiendo a la configuración de formulario, ítems condicionales, es decir que su aparición dependa del resultado de alguna respuesta previa de otro ítem.
- Para mejorar los resultados obtenidos del análisis de video se recomienda la integración de modelos más potentes para el rastreo de objetos mediante redes neuronales, con la advertencia de que esto implicaría un aumento considerable en el uso de recurso de computación.

Referencias

- Ashwin Goel. (2019). An Introduction To Backend Development and REST APIs. Medium. <https://medium.com/techloop/an-introduction-to-backend-development-and-rest-apis-b1a1a978821f>
- Atard, David. (2022). Las mejores herramientas de desarrollo móvil multiplataforma empresarial. <https://www.collectiveray.com/es/las-mejores-herramientas-de-desarrollo-movil-multiplataforma-empresarial>
- Badilla-Murillo, Félix, Bernal Vargas-Vargas, Oscar Víquez-Acuña, and Justo García-Sanz-Calcedo. (2020). Analysis of the Installed Productive Capacity in a Medical Angiography Room through Discrete Event Simulation. <https://doi.org/10.3390/pr8060660>
- Domingo José. (2017). Qué es Flask. Openwebinars. <https://openwebinars.net/blog/que-es-flask/>
- IBM Cloud Education. (2021). API REST. IBM. <https://www.ibm.com/mx-es/cloud/learn/rest-apis>
- Kamal, Muhammad Ayoub & Raza, Hafiz & Alam, Muhammad & Mazliham, M... (2020). Highlight the Features of AWS, GCP and Microsoft Azure that Have an Impact when Choosing a Cloud Service Provider. <https://doi.org/10.35940/ijrte.D8573.018520>
- Madeira, Tiago. (2020). React Native with Redux: how to use it? Imaginarycloud. <https://www.imaginarycloud.com/blog/react-native-redux/>

NodeJS. (sf). Acerca de Node.js. <https://nodejs.org/es/about/>

Python Software Foundation. (2022). Aritmética decimal de coma fija y coma flotante. <https://docs.python.org/es/3/library/decimal.html>

Red Hat. (2018). ¿Qué es DOCKER?. <https://www.redhat.com/es/topics/containers/what-is-docker>

Salas-Solórzano, H. (2020). Herramienta de Muestreo de Tiempos para Procesos de Simulación de Eventos Discretos Integrando Modelos de Aprendizaje Profundo sobre Redes Neuronales [Bachiller Universitario, Instituto Tecnológico de Costa Rica].

Saurabh Barot. (2021). Firebase vs MongoDB – Comparison of Two Best Database Tech in 2022. Aglowid. <https://aglowiditsolutions.com/blog/firebase-vs-mongodb/>