



**Desarrollo de una aplicación software  
para apoyar el proceso de gestión del  
mantenimiento preventivo de los  
equipos biomédicos del Hospital  
Susana López de Valencia E.S.E.**

Danna Valeria Quirama Florez  
Sebastian Zambrano Calvache

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA  
POPAYÁN, COLOMBIA

2021

# **Desarrollo de una aplicación software para apoyar el proceso de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del Hospital Susana López de Valencia E.S.E.**

Danna Valeria Quirama Florez  
Sebastian Zambrano Calvache

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero  
Biomédico

Director:  
PhD. JULIAN ANTONIO VILLAMARIN

Línea de Investigación:  
Ingeniería Clínica

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA  
POPAYÁN, COLOMBIA

2021

## Agradecimientos

Al finalizar esta etapa en nuestra vida primero que todo queremos agradecer a Dios, ya que sin él nada de esto sería posible, también extender un profundo agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron parte de este camino, para todas aquellas que fueron motivo de apoyo, inspiración y fortaleza, todo esto no sería posible sin la voluntad de Dios, a nuestros padres y hermanos que nos apoyaron incondicionalmente en esta etapa de nuestras vidas.

Mil gracias a nuestros profesores que nos enseñaron con su mayor esmero, dedicación y paciencia , motivándonos siempre a salir adelante, entre ellos se encuentran el Doctor Julián Antonio Villamarín, Ingeniero Juan Manuel Caicedo y la Ingeniera biomédica Ingrid Lizeth Castaño Sánchez quienes siempre estuvieron presentes dándonos consejos tanto académicos como para la vida que fueron de gran ayuda; finalmente, agradecemos a la Universidad Antonio Nariño sede Popayán por formarnos como profesionales y por recibirnos con los brazos abiertos cuando apenas comenzábamos en este trayecto de nuestras vidas.

## Resumen

El presente proyecto de desarrollo se centra en el proceso de sistematización del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del Hospital Susana López de Valencia E.S.E. (HSLV), de la ciudad de Popayán (Cauca), con enfoque en el área de cuidados intensivos pediátricos(UCIP). Para tal fin, se desarrolló e implementó un software para la gestión de los protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del hospital, buscando así la optimización de recursos físicos y económicos, garantizando la confiabilidad y consistencia del proceso y de su información.

Este proyecto se ubica dentro de la línea de trabajo de Ingeniería Clínica como proyecto de trabajo de grado (TIG) para ingeniería biomédica . Se desarrolló con el enfoque metodológico CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar), como resultado de la ejecución del presente proyecto se obtuvieron dos herramienta software: una App móvil y App de escritorio mediante un entorno de desarrollo en Android studio para la App móvil y google sheets para la App de escritorio, las cuales se validaron mediante dos pruebas: La primer prueba se realizó con ayuda de los ingenieros a cargo y la segunda fue una encuesta de satisfacción del desarrollo de las aplicaciones; a pesar de ser un prototipo concebido para la UCIP del HSLV es un sistema 100% funcional y escalable a cualquier otro servicio del hospital. Esta herramienta permitirá a través de su arquitectura la gestión documental del proceso del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos que en la actualidad se lleva a cabo manualmente sobre material impreso.

**Palabras: Equipos Biomédicos, Software, Protocolos de mantenimiento preventivo, sistematización.**

## Abstract

This research and development project focuses on the process of systematizing preventive maintenance of biomedical equipment at the Hospital Susana Lopez de Valencia E.S.E. (HSLV), from the city of Popayan (Cauca), with a focus on the pediatric intensive care area (PICU) .To this end, a software was developed and implemented for the management of preventive maintenance protocols for the biomedical equipment of the hospital, thus seeking the optimization of physical and economic resources, guaranteeing the reliability and consistency of the process and its information.

This project is located within the line of work of Clinical Engineering as a graduate work project (TIG) for biomedical engineering. It was developed with the CDIO methodological approach (Conceive, Design, Implement and Operate), as a result of the execution of this project, two software tools were obtained: a mobile App and a desktop App through a development environment in Android studio for the mobile App and google sheets for the desktop App, which were validated through two tests: The first test was carried out with the help of the engineers in charge and the second was a satisfaction survey of the development of the applications; Despite being a prototype conceived for the HSLV PICU, it is a 100% functional system and scalable to any other hospital service. Through its architecture, this tool will be able to document management of the preventive maintenance process of biomedical equipment that is currently carried out manually on printed material.

**Keywords:** Biomedical Equipment, Software, Preventive Maintenance Protocols, systematization.

# CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>Resumen</b>	<b>IV</b>
<b>Abstract</b>	<b>V</b>
<b>Introducción</b>	<b>12</b>
<b>1 CAPÍTULO 1</b>	<b>14</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>1.2 PREGUNTA PROBLEMA</b>	<b>16</b>
<b>1.3 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
<b>1.4 OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
1.4.1 Objetivo general	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
<b>1.5 JUSTIFICACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1.6 ALCANCES</b>	<b>18</b>
<b>2 Capítulo 2</b>	<b>19</b>
<b>2.1 ESTADO DEL ARTE</b>	<b>19</b>
2.1.1 Patente	20
2.1.2 Artículos	21
2.1.3 Productos	26
<b>3 Capítulo 3</b>	<b>27</b>
<b>3.1 MARCO LEGAL</b>	<b>27</b>
<b>3.2 MARCO TEÓRICO</b>	<b>28</b>
3.2.1 Ingeniería biomédica	28
3.2.2 Ingeniería clínica	29
3.2.3 Departamento de ingeniería clínica	30
3.2.4 Dispositivos médicos	30

	7
3.2.5	Equipo Biomédico 31
3.2.6	Mantenimiento Hospitalario 32
3.2.7	Clasificación de los dispositivos médicos 35
3.2.8	Aplicación móvil y de escritorio 37
<b>4</b>	<b>Capítulo 4 41</b>
4.1	HOJA DE VIDA DE UN EQUIPO BIOMÉDICO 41
<b>5</b>	<b>Capítulo 5 48</b>
5.1	MATERIALES Y MÉTODOS 48
5.2	METODOLOGÍA CDIO 50
5.3	METODOLOGÍA UML 51
5.3.1	Casos de uso para aplicación móvil 53
5.3.2	Ficha de caso de uso 54
5.3.3	Casos de uso para la aplicación Google Sheet 57
<b>6</b>	<b>Capítulo 6 65</b>
6.1.1	Arquitectura del sistema desarrollado 65
6.2	DESCRIPCIÓN DE LA APP MÓVIL DEL PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 66
6.3	FICHA TÉCNICA 81
6.3.1	Ficha técnica de requerimiento de software 81
6.4	DESCRIPCIÓN DE LA APP DE ESCRITORIO PARA LA GESTIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO 82
6.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS 94
6.5.1	Resultados encuesta 95
<b>7</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones 106</b>
7.1	CONCLUSIONES 106
7.2	RECOMENDACIONES 107
	<b>Bibliografía 108</b>
	<b>ANEXOS 112</b>

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Patente	20
Tabla 2. Artículos	21
Tabla 3. Productos	26
Tabla 4. Tipo de mantenimiento	34
Tabla 5. Ejemplo de clasificación de dispositivos médicos	35
Tabla 6. Plan de mantenimiento preventivo anual del Hospital Susana López de Valencia	45
Tabla 7. Material	49
Tabla 8. Primera ficha de caso de uso	54
Tabla 9. Segunda ficha de caso de uso	55
Tabla 10. Tercera ficha de caso de uso	55
Tabla 11. Cuarta ficha de caso de uso	56
Tabla 12. Tabla Quinta ficha de caso de uso	57
Tabla 13. Primera ficha de caso de uso	58
Tabla 14. Segunda ficha de caso de uso	58
Tabla 15. Tercera ficha de caso de uso	59
Tabla 16. Cuarta ficha de caso de uso	59
Tabla 17. Quinta ficha de caso de uso	60
Tabla 18. Ficha técnica	81
Tabla 19. Levantamiento del Inventario técnico	83
Tabla 20. Experiencia con la aplicación móvil	103



**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Campos de la ingeniería biomédica	29
Figura 2. Interacción de un ingeniero biomédico en un establecimiento de salud	30
Figura 3. Dispositivo medico	31
Figura 4. Tipos de mantenimiento	33
Figura 5. Base de datos	38
Figura 6. Ejemplo de hoja de vida un equipo biomédico	42
Figura 7. Protocolo de mantenimiento de equipos biomédicos	42
Figura 8. Protocolo de mantenimiento de equipos biomédicos	43
Figura 9. Metodología UML	51
Figura 11. Casos de uso para aplicación móvil	53
Figura 12. Casos de uso para la aplicación Google Sheet	57
Figura 13. Encuesta satisfacción	61
Figura 14. Encuesta satisfacción	62
Figura 15. Encuesta satisfacción	63
Figura 16. Encuesta satisfacción	64
Figura 17. Arquitectura del sistema desarrollado	65
Figura 18. Layout de ingreso	67
Figura 19. Acceso	68
Figura 20. Acceso sin datos	69
Figura 21. Layout de registro	70
Figura 22. Registro	71
Figura 23. Registro exitoso	72
Figura 24. Layout de consulta	73
Figura 25. Menú	74
Figura 26. Layout de protocolo	75
Figura 27. Segunda pestaña	76
Figura 28. Respuestas	77
Figura 29. Observaciones	80
Figura 30. Interfaz de gestión de las plantillas de los protocolos de mantenimiento	82
Figura 31. Interfaz del plan de mantenimiento anual	84
Figura 32. Editor de secuencia de comandos	85
Figura 33. Instrumento	86

Figura 34. Formulario	87
Figura 35. Protocolos	88
Figura 36. Diagrama de flujo simplificado de la inserción de un protocolo en Google App Sheets	89
Figura 37. Base de datos de MySQL	90
Figura 38. Consulta	90
Figura 39. Instrumento	90
Figura 40. diagrama de flujo simplificado del proceso de consulta de un protocolo desde la base de MySQL sobre la interfaz de Google App Sheets	91
Figura 41. Botón asociado a un fragmento de código que realiza una consulta	92
Figura 42. Protocolos	93
Figura 43. Capacitación personal HSLV	94
Figura 44. Resultados encuesta	95
Figura 45. Resultados encuesta	96
Figura 46. Resultados encuesta	97
Figura 47. Resultados encuesta	98
Figura 48. Resultados encuesta	99
Figura 49. Resultados encuesta	100
Figura 50. Resultados encuesta	101
Figura 51. Resultados encuesta	102

**LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1. Manual de usuario aplicación móvil MEQBI</b>	112
<b>Anexo 2. Manual de usuario interfaz de escritorio</b>	112
<b>Anexo 3. Manual técnico</b>	112

## Introducción

El Hospital Susana López de Valencia, es la entidad prestadora de servicios de salud en la ciudad de Popayán, catalogada como una institución de complejidad nivel tres acreditada en el año 2018 (ICONTEC, 2020), donde la Ingeniería Clínica tiene la función principal de gestionar diferentes procesos garantizando siempre la calidad de la prestación de servicios de la institución. Es por esto que los dispositivos médicos son bienes de vital importancia ya que son herramientas diagnósticas y de soporte vital, estos dispositivos exigen una inversión considerable en su adquisición y muchas veces tienen altos costos de mantenimiento. Por lo tanto, es importante contar con un plan de mantenimiento preventivo y de calibración basado en un protocolo estandarizado, con una frecuencia de ejecución estimada de acuerdo a la naturaleza y funciones de cada equipo, donde su correcto funcionamiento depende del nivel de servicio que se presta a los usuarios.

Dentro de las funciones que desempeña el ingeniero Biomédico se encuentran las de supervisar y gestionar las actividades que realizan los técnicos biomédicos y los proveedores, controlando la actualización constante de las hojas de vida de los equipos. En este proceso, el supervisor debe digitalizar los reportes de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, además de incluir en la misma hoja de vida los siguientes documentos: ficha técnica del equipo, informes de calibraciones, protocolos de mantenimiento, registro de importación y comercialización, entre otros.

El personal biomédico de la institución debe extraer de la información consignada los indicadores de horas de caída de equipo biomédico, cantidad de malos usos por servicio, capacitaciones programadas y realizadas. Sin embargo, el mantenimiento preventivo (MP) de los equipos biomédicos tiene como objetivo principal mantener el buen estado de funcionamiento, prolongar la vida útil de los dispositivos y prevenir desperfectos (calibración, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza), Las inspecciones se pueden efectuar de manera aislada y junto con el MP para garantizar la eficiencia; esto es importante porque el MP puede ser dispendioso ya que se requiere que cada equipo intervenido se retire, limpie o reciba reemplazos de componentes (Organización Mundial de la Salud – OMS, 2012).

Estas actividades son complejas y repetitivas y demandan intervalos importantes de tiempo de labor del personal biomédico. Por otro lado, para la clínica el uso excesivo de papel genera costos y recursos que se pueden aprovechar en el aporte de adquisiciones tecnológicas o en insumos además de ser una práctica antiecológica.

El presente documento expone los resultados del desarrollo de una aplicación móvil apoyada sobre una arquitectura en la nube, como herramienta de sistematización de la documentación del proceso de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del HSLV para agilizar, robustecer y ampliar el alcance de las labores que realizan los ingenieros biomédicos diariamente en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) del HSLV.

# 1 CAPÍTULO 1

## 1.1 Planteamiento del problema

### **Problema central**

Deficiencia en los procesos de diligenciamiento de la documentación del mantenimiento preventivo de los equipos del área biomédica en el servicio de UCIP del HSLV.

### **Causas identificadas en esta situación**

El HSLV al igual que cualquier institución se encuentra dotado de equipos biomédicos, los cuales son fundamentales para el diagnóstico y el soporte vital. Estos equipos deben cumplir con las disposiciones legales emanadas del Decreto 4725 de 2005, respecto al mantenimiento preventivo y calibración de los equipos biomédicos, dejando registro de la trazabilidad de dicho proceso. (Decreto 4725, 2005)

Con base en lo anterior, el hospital también da cumplimiento a los requisitos legales consignados en las Resoluciones 2003 de 2014 y 3100 de 2019, ambas del Ministerio de Salud y Protección Social, referente a los estándares que deben cumplir los prestadores de servicios de salud para estar inscritos y autorizados como tal ante las instancias de control y vigilancia del Estado en esta materia (Resolución 2003, 2014), (Resolución 3100, 2019), y en los consignados en el Decreto 1011 de 2006, respecto al Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud. (Decreto 1011, 2006).

Los constantes reportes verbales del personal clínico y biomédico encargado del mantenimiento de los equipos evidencian grandes deficiencias en el proceso de documentación, entre las cuales sobresalen los elevados periodos de tiempo para cada proceso; la dificultad para la trazabilidad de la información y la imposibilidad para hacer seguimiento de responsabilidades y control de actividades a cada miembro del personal de ejecución.

### **Causas directas**

A continuación, se describen problemáticas en el proceso de mantenimiento HSLV, debidas a la falta de incorporación de herramientas tecnológicas que faciliten la tecnificación y sistematización del proceso de ingeniería en el mantenimiento:

Al inicio del proceso, manualmente se toman fotocopias de los formatos de registro de toda la trazabilidad del proceso de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos biomédicos, ocasionando su mal diligenciamiento, ya que se pueden omitir algunos parámetros obligatorios a la hora de llenar el documento.

- a) El contratista debe obtener la autorización por escrito para iniciar el mantenimiento preventivo de cada equipo, lo cual le obliga a la búsqueda del funcionario para que avale el procedimiento adelantado en un equipo y se le autorice el inicio del mantenimiento del siguiente.
- b) El uso de papel en el HSLV para el proceso de mantenimiento preventivo es de (5) cajas de papel al año; cada caja contiene (10) resmas de papel; cada resma contiene (500) hojas, obligando a que se tenga que disponer de un espacio físico para su almacenamiento y de tiempo y recursos para el mantenimiento de las 25.000 hojas.
- c) Para tener en cuenta la trazabilidad del proceso de mantenimiento preventivo de un equipo, se debe disponer de tiempo para la ubicación del documento específico y se incurre en gastos de fotocopiado. Adicionalmente, al ser un material impreso, se dificulta su sistematización y su empleo en procesos estadísticos.
- d) El manejo de registros o formatos que se llenan manualmente son susceptibles de ser alterados o diligenciados con extemporaneidad.
- e) visto desde los sistemas de gestión de calidad y de control interno en las condiciones actuales es inviable estandarizar los procesos de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos.

La identificación de toda esta problemática permite establecer como hipótesis que el desarrollo de la sistematización de los protocolos de mantenimiento sería una solución integral que aportaría un impacto positivo y una evolución en los tiempos de ejecución y en su trazabilidad y seguimiento.

## **1.2 Pregunta problema**

¿Cómo mejorar los procesos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del área de UCIP en el Hospital Susana López de Valencia?

## **1.3 Línea de investigación**

El presente trabajo se ubica en la línea de ingeniería clínica y en la línea e-salud , ya que está orientado a fortalecer los procesos de mantenimiento preventivo de equipos en el campo hospitalario bajo distintos factores como la eficiencia, eficacia y efectividad en la ejecución de los protocolos garantizando una mejor prestación del servicio en salud y a la práctica de cuidados sanitarios apoyada en tecnologías de la información y la comunicación (TICs), la vigilancia y la documentación sanitaria así como la educación, los conocimientos y las investigaciones en materia de salud.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Desarrollar una aplicación software para la gestión de los protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del área de cuidados intensivos pediátricos del Hospital Susana López de Valencia E.S.E., de la ciudad de Popayán.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Establecer los requerimientos y funcionalidades técnicas de la aplicación software a diseñar para apoyar la gestión del proceso mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos en el área de cuidados intensivos pediátricos del HSLV., de la ciudad de Popayán.

Implementar el diseño software establecido para la sistematización de los protocolos de mantenimiento preventivo en el área de cuidados intensivos pediátricos del HSLV a modo de aplicación para dispositivos móviles android.

Validar la funcionalidad de la aplicación software implementada en el Hospital Susana López de Valencia E.S.E., de la ciudad de Popayán, con apoyo del ingeniero biomédico encargado del proceso de mantenimiento.



## 1.5 Justificación

El HSLV, es una Empresa Social del Estado de carácter público, que, por su naturaleza, presta servicios de atención en salud a población de todos los estratos sociales y procedencias geográficas, por lo cual, la buena gestión de sus procesos y del direccionamiento estratégico, son sus principales cartas para lograr ser sostenibles en el tiempo.

Por lo tanto, el desarrollo de la presente investigación se justifica porque:

- A.** Se están aplicando conocimientos de ingeniería para la generación de una solución tecnológica que permitirá aportar a la eficiencia y eficacia del proceso de mantenimiento de equipos biomédicos, inherente a la administración de las instituciones de salud.
- B.** Mejora la gestión integral del proceso de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos, debido a que su actualización (ingreso de información), la supervisión, el seguimiento, la auditoría y el control, se realizaría por medio de usuarios asignados de acuerdo con los cargos autorizados y limitaciones de uso. Adicionalmente, se estaría contribuyendo en la centralización de toda la información del proceso, la cual estaría disponible en tiempo real, facilitando su consulta y la toma de decisiones sobre el tema.
- C.** Optimiza el desarrollo de las actividades del proceso, debido a que el software integra toda la trazabilidad del proceso, permitiendo que en línea se pueda realizar el ingreso de la información soporte del mantenimiento realizado, así como su validación, control y aprobación (o rechazo), algo que actualmente exige mucho más tiempo y pericia frente a la revisión de los formatos físicos y el desplazamiento continuo de los técnicos (contratistas) para solicitar la respectiva firma de aprobación. Además, con la implementación de este software se elimina el uso de papelería, impresiones y fotocopias.
- D.** Contribuye al mejoramiento continuo de los sistemas de gestión del hospital (Calidad, Control Interno y Gestión Estratégica), al poder acceder a la trazabilidad de cada mantenimiento preventivo de manera rápida, dado que estará en línea (actualización en tiempo real). De manera complementaria, el software contará con los permisos, las restricciones y los controles necesarios para garantizar que la información no sea alterada ni ajustada.
- E.** El desarrollo del software, ajustado a los protocolos establecidos por la institución, garantizará que se le dé cumplimiento a la legislación aplicable en materia de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos en el HSLV, lo cual le habilita para seguir prestando sus servicios sin contratiempos y con la dotación necesaria de estos.

- F. Contribuye en el logro del direccionamiento estratégico institucional representados en su misión, la cual muestra como ejes claves la prestación de servicios integrales centrados en el usuario y el mejoramiento continuo; y en su visión, en donde invita a seguir el camino de la excelencia y a la garantía de la sostenibilidad financiera institucional (Hospital Susana López de Valencia E.S.E., 2020).
- G. Contribuye a la modernización de la institución, dado que digitaliza la trazabilidad de un proceso que actualmente es 100% manual y requiere del uso de papel para garantizar su ejecución. Esto se constituye en una ventaja competitiva ante las otras instituciones de salud que conservan la ejecución de dicho proceso de manera manual.

## **1.6 Alcances**

El desarrollo contempla única y exclusivamente al proceso de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del área de UCIP del HSLV, de la ciudad de Popayán (Cauca), por lo cual, se contemplan como acciones principales del mismo la recolección de información primaria y secundaria que permita establecer las especificaciones y requerimientos funcionales; la determinación de la mejor opción tecnológica para el desarrollo de la aplicación móvil (Android) y para el diseño de la aplicación de escritorio (Windows) ; y su construcción e implementación de esta .

En este orden de ideas, se clarifica que el desarrollo no incluye ni el mantenimiento ni la actualización del software.

## **2 Capítulo 2**

### **2.1 Estado del arte**

En este estado de arte se expone una compilación de resultados de investigaciones, patentes y productos del mercado y se realiza una breve descripción bibliográfica acerca de información relacionada con el desarrollo de una aplicación software para el mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos que sirve como guía para el desarrollo de este proyecto.

## 2.1.1 Patente

Tabla 1. Patente

ID	patente	país	inventor	Brechas	Aporte	Año
CN102831293B	El método de formulación del calendario de mantenimiento de equipos médicos y el sistema de gestión.	China	尼克·罗伯茨 - Nick Roberts	Implementación de un calendario anual que permita establecer roles y actividades a realizar en el período establecido por parte del plan de atención administrativa correspondiente.	Proporcionar una especie de mantenimiento de dispositivos médicos para formular el método de cronograma y el sistema de cronograma de mantenimiento de la planta de atención administrada. El método comprende: en el sistema informático fuera de los dispositivos médicos, utilizar el almacenamiento de la unidad de procesamiento. Calendario de mantenimiento de equipos médicos, este calendario de mantenimiento de equipos médicos comprende llevar a los dispositivos médicos el aviso de protección; Y las indicaciones se envían a dispositivos médicos desde el sistema informático.	11 de agosto de 2008

Fuente: Elaboración propia

## 2.1.2 Artículos

Tabla 2. Artículos

Trabajos	Objetivos	Brechas	Aportes
<p>Gestión de mantenimiento de equipos médicos en la fundación clínica infantil club Noel: módulo de ingeniería biomédica. (Estrada Puerta, J, Cifuentes Rodríguez, P , 2011)</p>	<p>Realizar la gestión del mantenimiento de los equipos médicos y hospitalarios de la clínica infantil club Noel de manera ordenada.</p>	<p>modificación de las órdenes de trabajo, donde se tiene en cuenta requerimientos y partes de un modelo básico. verificación de los procedimientos de inspección y de mantenimiento preventivo de equipos médicos.</p>	<p>Crear el plan de mantenimiento anual de equipos médicos, dependiendo de su riesgos. Actualizar el inventario físico-funcional de equipos médicos y hospitalarios de la institución.</p>
<p>Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos en un Hospital en el valle del cauca. (Cabrera Lopez , Gomez Bolivar, 2017)</p>	<p>Crear un sistema de gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos del Hospital Departamental San Rafael, de manera que se garantice la disponibilidad de los equipos en el momento oportuno.</p>	<p>identificar con serial los equipos biomédicos y cuyos desplazamientos se realizan con mayor frecuencia dentro de las áreas del hospital a través de internet de las cosas.</p>	<p>Generar un análisis del estado actual del sistema de gestión de mantenimiento de equipos biomédicos del centro hospitalario, donde se identifiquen aspectos administrativos, logísticos y operativos los cuales proporcionan medios para hallar los puntos críticos del sistema.</p>

<p>Desarrollo de un software para la gestión del mantenimiento a equipos biomédicos mediante php, bajos lineamientos OMS (Organización Mundial de la Salud). caso del hospital san Vicente de Arauca -municipio de Arauca. (Reyes Aguilar , Gutiérrez López, 2015)</p>	<p>Desarrollar un software de gestión del mantenimiento a equipos biomédicos mediante lenguaje PHP, bajo lineamientos OMS (Organización Mundial de la Salud) para el Hospital San Vicente de Arauca .</p>	<p>Diseño de una base de datos y casos de uso para cada proceso que conforman el sistema y los requerimientos del Hospital San Vicente de Arauca – Municipio de Arauca. Análisis de la información que permita obtener los requerimientos funcionales para el desarrollo del proyecto en la empresa objeto caso de estudio.</p>	<p>Desarrollo del software de gestión del mantenimiento a equipos biomédicos mediante lenguaje PHP en la empresa caso de estudio.</p>
<p>Sistema de información para la gestión del mantenimiento de equipos biomédicos red de salud sur oriente E.S.E. (Valderrama Bolaños , Gomez Gomez, 2019)</p>	<p>Mejorar el proceso de obtención de indicadores de gestión de mantenimiento en la RSSO mediante el desarrollo de un sistema de información automatizado.</p>	<p>Definir el plan de mantenimiento anual para los equipos biomédicos orientado a riesgos.</p>	<p>Desarrollar un sistema computarizado de gestión, ejecutando tareas de levantamiento de requerimientos y plan de pruebas del software, el cual permite integrar la información de equipos biomédicos, órdenes de trabajo y plan de mantenimiento para las distintas sedes de la red sur de oriente de Cali.</p>

<p>Desarrollo de aplicación móvil para el registro y seguimiento de equipos biomédicos en la Clínica Colsubsidio Calle 100 por medio de Internet de las cosas. (Santafé Alfonso, Mónica Andrea,2020)</p>	<p>Lo que se busca en este proyecto es crear una aplicación móvil por medio de IoT para la gestión y localización de equipos médicos identificados con serial y cuyos desplazamientos se realizan con mayor frecuencia en la Clínica Colsubsidio Calle 100. Se busca generar una base de datos que contenga serial, nombre de equipo, marca, modelo, placa, ubicación asignada y ubicación actual de los equipos biomédicos para ser consultada o modificada posteriormente.</p>	<p>La combinación de dispositivos y su conexión con protocolos de mantenimiento con internet de las cosas. Monitoreo de parámetros de la salud en pacientes, en la gestión documental y dotacional.</p>	<p>En la sección de resultados se creó una base de datos que contuvo la información de monitores de signos vitales, monitores multiparamétricos, ventiladores mecánicos y bombas de infusión. También, fue creada una aplicación móvil basada en los requerimientos funcionales y no funcionales obtenidos, en la que se logró crear, visualizar y actualizar los datos de los correspondientes equipos biomédicos. Finalmente, fue implementado un cuestionario de experiencia de usuario y usabilidad para analizar el impacto en la institución.</p>
<p>Propuesta De Un Software De Mantenimiento Para Equipos Biomédicos (Arvizú, Bravo , Alaniz, 2018)</p>	<p>En este desarrollo se implementó un software que permite tener una mejor y mayor control de los equipos, mobiliarios, componentes e inmuebles, de una manera más práctica donde se tiene un inventario que se va actualizando de manera automática con el registro de entradas y salidas .</p>	<p>sistema web de escritorio capaz de organizar, clasificar y generar los datos que sean requeridos de manera rápida y sencilla optimizando tiempos y por consiguiente pérdidas de los mismos. Gestión de protocolos de mantenimiento a través de una app con conexión a la interfaz de escritorio para optimizar tiempo y recursos físicos.</p>	<p>Este trabajo investigativo se enfocó en la creación de un sistema asistido que permite optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos,el cual está fundamentado en un plan basado en hojas de vida, órdenes de trabajo y en rutinas de mantenimiento para cada uno de los equipos biomédicos .</p>

<p>Software de gestión de incidentes para mejorar la operatividad del mantenimiento de los equipos biomédicos hospital Víctor Lazarte Echegaray (Maldonado Meléndez, Milovann Alexander,2017)</p>	<p>Diagnosticar sobre el software y la operatividad del mantenimiento Determinar sobre la operatividad del mantenimiento del año 2015 y determinar la operatividad del año 2016. aplicar el software de gestión de incidentes Evaluar las operatividades del mantenimiento del hospital.</p>	<p>El software debe cumplir con registrar las incidencias con respecto a los equipos dados para el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo ,así mismo deberá generar reportes para los informes cuando se requieran en cualquier momento.</p>	<p>El desarrollo del software para el control de incidentes referentes a los equipos biomédicos, realiza el control esperado, dado como resultado esperado la búsqueda del registro en menos de un minuto reduciendo el tiempo. El software pudo satisfacer la demanda de los usuarios, dando razón de los estados de sus equipos, satisfaciendo la necesidad de toma de decisiones para la baja, adquisiciones y/o compras de nuevos equipos.</p>
<p>Diseño de una herramienta web para la administración de la información del mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos de una IPS de tercer nivel. (Suárez Suárez, Roney Armando,2015)</p>	<p>El diseño realizado para la Base de Datos del software permite el almacenamiento de todos los datos generados en el desarrollo de los procedimientos propuestos y garantiza que se puede usar simultáneamente con otras IPS, propendiendo por un buen uso de la información del área de mantenimiento a nivel institucional y regional, además de permitir una fácil escalabilidad en el caso de presentarse nuevos requerimientos, y una amplia capacidad de construcción de múltiples informes que sirvan como soporte a la toma de decisiones e implementación de políticas para el manejo de los equipos biomédicos.</p>	<p>Indicar el método adecuado para el procedimiento de baja de equipos biomédicos debido a su mal funcionamiento u obsolescencia técnica a través del software (SIMEBI). Indicar el método adecuado para el procedimiento de solicitud, realización y registro de mantenimientos correctivos para equipos biomédicos a través del software (SIMEBI).</p>	<p>Se realizó el diseño de un manual de procesos adecuado para un departamento de mantenimiento de una IPS, y cuyo soporte principal es el uso de la herramienta informática propuesta en este proyecto.</p>

Fuente: Elaboración propia



## 2.1.3 Productos

Tabla 3. Productos

Nombre del producto	Objetivos	Brechas	Aportes
<b>Odoo</b>	Odoo computa estadísticas estándares para ayudarle a planificar mantenimiento preventivo, incluyendo el plazo medio entre fallos (MTBF), el plazo medio de reparación (MTTR) y la fecha prevista para el próximo fallo. ("ERP e CRM em código abierto   Odoo", 2021)	Implementación de tareas de manera eficiente y efectiva que permita que el equipo administre clientes de manera inteligente.	nos ayuda a automatizar la metrología y los procesos de mantenimiento preventivo.
Fractal	Es un software que permite realizar mantenimiento y gestión activos físicos de rápida implementación. ("Fractal, software CMMS líder en gestión de mantenimiento", 2021)	sistema que permita visualizar los activos físicos por medio de internet de las cosas para realizar mantenimiento preventivos a tiempo.	Fractal es una aplicación 100% en la nube, sin descargas, sin instalar software, sus Actualizaciones son automáticas, Fractal puede ser aplicada en empresas de cualquier tamaño, Flexible, donde puedes cambiar de plan cuando quieras .
<b>SoftExpert EAM</b>	SoftExpert EAM nos permite optimizar el desempeño y el uso de los activos, reduciendo costos de operación y eliminando el tiempo de inactividad no planificado. ("SoftExpert Software - Conformidad, innovación y transformación digital", 2021)	mantener los activos operando de acuerdo con sus propios parámetros, reducir los gastos de energía y también lograr más eficiencia e identificar problemas antes de que puedan paralizar sus operaciones.	Gestión de activos que nos permite que las empresas desarrollen planes de calibración de instrumentos, mantenimiento de activos mejorando la eficacia diaria de las operaciones y del equipo técnico.

Fuente: Elaboración propia

## 3 Capítulo 3

### 3.1 Marco legal

De acuerdo a la normatividad jurídica, comprende:

**Resolución 1043 de 2006.** Por la cual se establecen las condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar sus servicios e implementar el componente de auditoría para el mejoramiento de la calidad de la atención y se dictan otras disposiciones (RESOLUCIÓN 1043, 2006 )

**Resolución 1445 de 2006.** Por la cual se definen los manuales de estándares del sistema único de acreditación para entidades de Salud (MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL, 2014). En la sección de estándares de gerencia de ambiente físico, el ítem número 3 hace referencia a garantizar la seguridad en el manejo del espacio físico y equipos médicos, para lo cual se solicita mantener información y realizar investigación acerca de accidentes o incidentes ocurridos durante el uso de estos equipos, además de su respectiva programación de limpieza. Esta información debe hacer parte de los componentes de mantenimiento preventivo y hoja de vida técnica de un software de gestión de mantenimiento. En el estándar de gerencia de sistemas de información, el ítem número 7 hace referencia a disponer de un proceso que permita la consolidación de la información asistencial y administrativa, en esta última está incluida toda la relacionada con las actividades de mantenimiento; por lo anterior es necesario que toda IPS cuente con un software de mantenimiento que permita la extracción 38 eficiente de datos para lograr generar las consultas e interfaces de información requeridas para estos propósitos.

**Ley 1581 de 2012 sobre la protección de Datos personales - Habeas Data en Colombia.** Como el software maneja datos personales de quienes lo utilicen, debemos tener en cuenta que debemos proteger esos datos personales, para que personas no autorizadas tengan acceso a ella. (Ley 1581, 2012).

**Ley 100 de 1993,** por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.(Ley 100, 1993)

**Decreto 1769 de 1994**, regula los componentes y criterios básicos para la asignación y utilización de los recursos financieros, 5% del presupuesto total, destinados al mantenimiento de la infraestructura y la dotación hospitalaria. (Decreto 1769, 1994)

**Circular única de la Supersalud**, reporte del plan de mantenimiento hospitalario y recursos para el mantenimiento de la dotación.

**Resolución 3100 de 2019**, por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud (Resolución 3100 de 2019).

**Decreto 4725 de 2005**, por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano (Decreto 4725 de 2005).

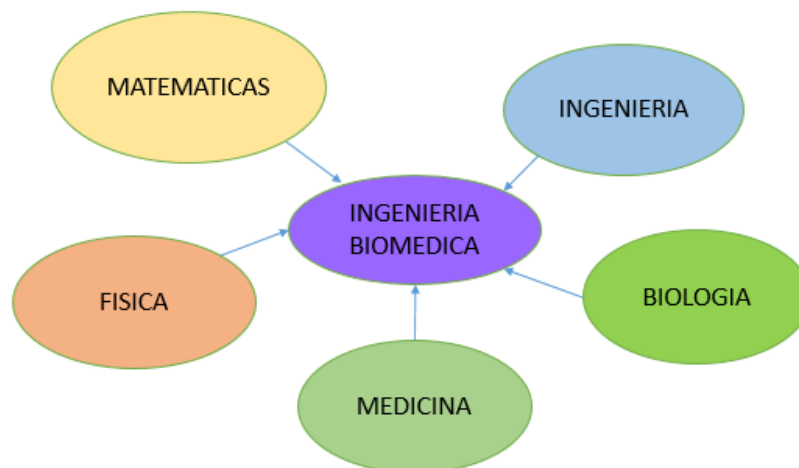
## **3.2 Marco teórico**

### **3.2.1 Ingeniería biomédica**

La ingeniería biomédica es un campo de la ingeniería que aplica principios técnicos en el campo de la medicina. Esta se especializa tanto en el diseño como en la construcción de dispositivos médicos, prótesis, dispositivos médicos, dispositivos de diagnóstico (imágenes médicas) y tratamientos. También interviene en la gestión de recursos técnicos relacionados con el sistema clínico. Combina la experiencia en ingeniería con la necesidad médica de obtener beneficios para la salud.

La Ingeniería Biomédica es un curso de formación que combina los mundos de la ingeniería, la medicina y la física para acelerar el avance de la ciencia y la tecnología en la medicina y la biología. Sus actividades incluyen el uso de métodos matemáticos y experimentales para el desarrollo tecnológico y la aplicación clínica. (Gismondi, 2010)

Figura 1. Campos de la ingeniería biomédica



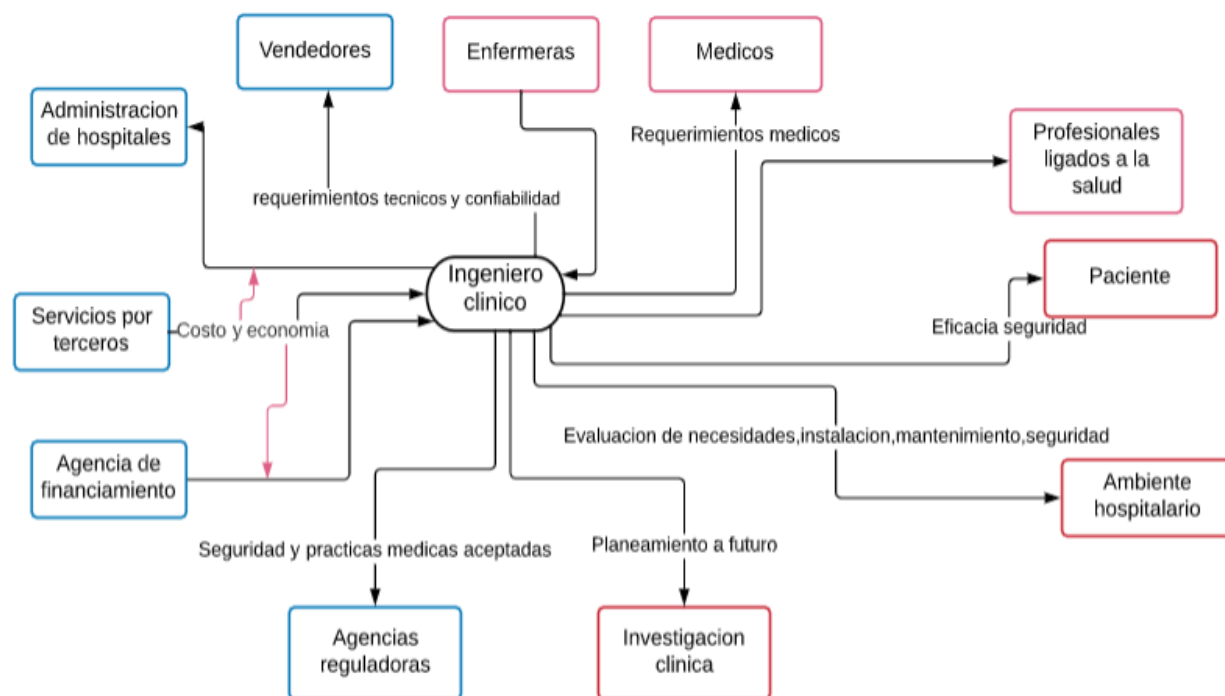
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2 Ingeniería clínica

La ingeniería clínica es una especialidad de la ingeniería biomédica, ésta se encarga de buscar las posibles mejoras en el ámbito hospitalario garantizando así una atención de excelencia a costos razonables contemplando la seguridad del paciente, todo a través de conocimientos y prácticas propias de la ingeniería y procesos de gestión de tecnología médica. (Romaní y Vilcahuamán, 2010)

Los ingenieros clínicos apoyan a la industria asegurándose de que los nuevos productos satisfagan las necesidades de la profesión médica y participen en el proceso de desarrollo, desde el diseño del producto hasta las ventas y el servicio. Los ingenieros clínicos a menudo trabajan con enfermeras y otros profesionales de la salud para evaluar nuevos productos e ideas durante los procedimientos clínicos, realizando trabajos de consultoría especiales. La siguiente figura muestra la relación entre el ingeniero del hospital y el entorno diseñado para la atención del paciente.

Figura 2. Interacción de un ingeniero biomédico en un establecimiento de salud



Fuente: Elaboración propia, basado en (Romaní, Vilcahuamán, 2010)

### 3.2.3 Departamento de ingeniería clínica

El departamento de ingeniería clínica está formado por técnicos capacitados para administrar y mantener equipos médicos para mejorar la calidad del hospital, aumentar la seguridad y reducir los costos asociados con estos dispositivos y otros servicios.

Conformado por un equipo de técnicos e ingenieros, este departamento implementa el desarrollo de la gestión técnica, prevención de riesgos, creación de empleo, personal de gestión, médicos, gestión de formación de enfermeras, adquisición de nuevas compras y formación de nuevos técnicos participantes para realizar su trabajo, hasta capacitar a los nuevos técnicos que se inscriben para manejar tareas, como el departamento de ingeniería de un hospital que ayuda a incrementar el valor de los servicios médicos. (Romaní, Vilcahuamán, 2010)

### 3.2.4 Dispositivos médicos

Son cualquier instrumento, aparato, máquina, software, equipo biomédico u otro artículo similar o relacionado, utilizado solo o en combinación, incluyendo sus componentes, partes, accesorios y programas informáticos que intervengan en su correcta aplicación, destinado por el fabricante para el uso en seres humanos en los siguientes casos (Ministerio de Salud y de la Protección Social, 2021):

- Diagnóstico, prevención, supervisión o alivio de una enfermedad.
- Diagnóstico, prevención, supervisión, tratamiento, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia.
- Investigación, sustitución, modificación o soporte de la estructura anatómica o de un proceso fisiológico.
- Diagnóstico del embarazo y control de la concepción.
- Cuidado durante el embarazo, nacimiento o después del mismo, incluyendo el cuidado del recién nacido.
- Productos para la desinfección y/o esterilización de dispositivos médicos.

Figura 3. Dispositivo médico



VENDAS

JERINGA

PROTESIS

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.5 Equipo Biomédico

Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. No constituyen equipo biomédico, aquellos dispositivos médicos implantados en el ser humano o aquellos destinados para un sólo uso. (Ministerio de Salud y de la Protección Social, 2021)

## **Mantenimiento de equipos biomédicos**

Son actividades de carácter técnico–administrativas con el propósito de prevenir eventos e incidentes adversos, restaurar el funcionamiento de equipos, asegurar el uso del dispositivo, prolongar su vida útil formando de alguna manera estrategias de protección, todo con base a las instrucciones dadas por el fabricante, para garantizar la seguridad a los pacientes y al talento humano en el sector clínico u hospitalario.

### **3.2.6 Mantenimiento Hospitalario**

El mantenimiento hospitalario comprende la actividad técnico-administrativa la cual está dirigida principalmente en la prevención de averías para restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento, así como las actividades tendientes a mejorar el funcionamiento de un equipo.

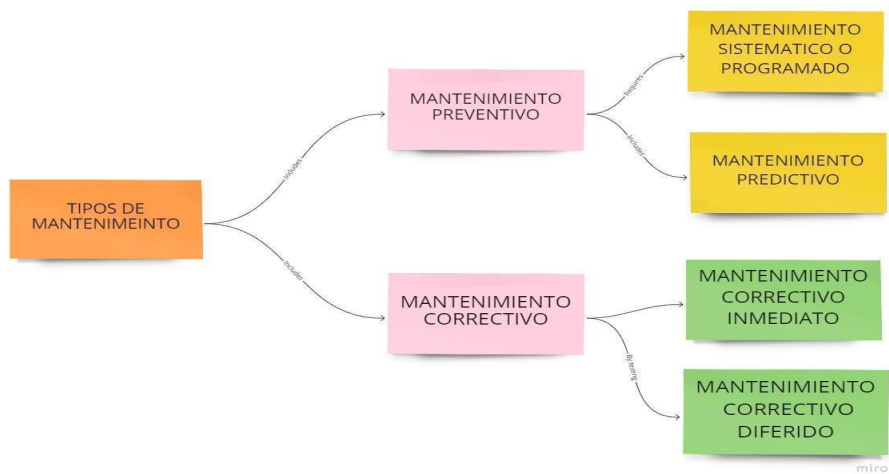
Para diferentes actividades de mantenimiento, la intensidad será diferente, dependiendo de la vida útil del equipo, que puede describirse mediante características de eficiencia. Para comprender esta dependencia se puede analizar la siguiente curva: Esta curva representa el modelo de dependencia de la frecuencia de fallas y el tiempo de uso, y esta curva se denomina de vaso o bañera. Hay tres etapas en esta curva: La primera etapa se caracteriza por fallas causadas por defectos de fabricación e instalación, para los hospitales, la primera etapa debe estar garantizada por el proveedor de la mercancía o la empresa instaladora. La segunda etapa suele ser el período en el que la máquina está funcionando sin fallas, y ocasionalmente habrá fallas, por lo que, por razones estadísticas, la frecuencia de fallas es constante.

La tercera etapa se caracteriza por la vida útil del producto, por lo que las fallas típicas son causadas por el desgaste de los componentes del producto, cuando se reemplazan todos los componentes del producto, el porcentaje aumentará hasta cierto nivel. (Decreto 1769, 1994)

#### **Clases de mantenimiento.**

Existen dos tipos de mantenimiento: mantenimiento predictivo y correctivo Como puede verse en la Figura 1, el mantenimiento se divide en preventivo sistemático, preventivo predictivo, correctivo inmediato y correctivo diferido.

Figura 4. Tipos de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia



Tabla 4. Tipo de mantenimiento

Mantenimiento	Descripción
Mantenimiento predictivo	Técnica para prever la frecuencia de avería de determinados tipos de componentes sustituibles (baterías, válvulas, bombas, sellos). El intervalo entre procedimientos de mantenimiento se fija de modo de reemplazar los componentes antes de que fallen y garantizar que el funcionamiento del equipo siga siendo fiable. En el marco de la atención sanitaria esto se hace principalmente en un centro de salud que posee una gran cantidad de dispositivos médicos de un solo fabricante o de un solo modelo (Organización Mundial de la Salud, 2012).
Mantenimiento preventivo (MP)	Mantenimiento que se realiza para prolongar la vida útil del dispositivo y prevenir desperfectos. El MP habitualmente se programa a intervalos definidos e incluye tareas de mantenimiento específicas como lubricación, limpieza (por ejemplo, de filtros) o reemplazo de piezas que comúnmente se desgastan (por ejemplo, cojinetes) o que tienen una vida útil limitada (por ejemplo, tubos). Por lo general es el fabricante el que establece los procedimientos e intervalos. En casos especiales, el usuario puede modificar la frecuencia de acuerdo con las condiciones del medio local. Algunas veces se llama al mantenimiento preventivo “mantenimiento planificado” o “mantenimiento programado” (Organización Mundial de la Salud, 2012).
Mantenimiento Correctivo (MC)	Proceso para restaurar la integridad, la seguridad o el funcionamiento de un dispositivo después de una avería. El mantenimiento correctivo y el mantenimiento no programado se consideran sinónimos de reparación. En este documento estos términos se usan indistintamente (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Fuente: Elaboración propia, basado en (Organización Mundial de la Salud, 2012)

### 3.2.7 Clasificación de los dispositivos médicos

La clasificación de los dispositivos médicos realizada por el fabricante, se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico (INVIMA, 2013)

- **Clase I.** Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión (INVIMA, 2013).
- **Clase IIA.** Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad (INVIMA, 2013).
- **Clase IIB.** Son los dispositivos médicos de alto riesgo, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad (INVIMA, 2013).
- **Clase III.** Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión (INVIMA, 2013).

Tabla 5. Ejemplo de clasificación de dispositivos médicos

Clase	Nivel de riesgo	Ejemplos de productos
I(A)	Riesgo bajo	Instrumental quirúrgico/gasa
Ila(B)	Riesgo moderado	Agujas hipodérmicas/equipos de succión
Ilb(C)	Riesgo alto	Ventilador pulmonar/implantes ortopédicos
III(D)	Riesgo muy alto	Válvulas cardiacas/marcapasos

Fuente: Elaboración propia basada en (INVIMA, 2013).

### **Unidad de cuidados intensivos pediátricos**

La terapia intensiva pediátrica es un servicio para la atención de pacientes niños desde los 31 días de vida hasta los 18 años cumplidos de vida, críticamente enfermos, recuperables. Se desarrolla evaluación médica y de enfermería permanente y actividades precisas de monitorización y manejo de pacientes cuya condición clínica, pone en peligro la vida en forma inminente. Necesitan soporte para la inestabilidad neurológica, hemodinámica, respiratoria, gastrointestinal, renal, endocrina, hematológica y metabólica o después de una cirugía mayor.

En la siguiente tabla se encuentra la dotación con la que debe contar el servicio pediátrico intensivo. (Acuerdo 028, 2011)

#### Dotación:

1. Cama de dos o tres planos con baranda, según el tipo de servicio ofrecido.
2. Ventilador
3. Módulos de presión invasiva.
4. Módulos para medición de gasto cardiaco invasivo o no invasivo.
5. Mínimo dos puntos de consumo de oxígeno
6. Aire Medicinal
7. Electrocardiógrafo
8. Glucómetro
9. Equipo de rayos X portátil
10. Cuna o cama de dos o tres planos, de acuerdo con el tipo de servicio ofrecido.
11. Monitor con trazado electrocardiográfico y presión no invasiva.
12. Bomba de infusión.
13. Pulsioxímetro.
14. Aspirador de secreciones mediante succionador o toma de gas unida a red de sistema central con regulador de vacío con regulador.
15. Oxígeno central o cilindro(s) de oxígeno, con carro de transporte en caso de traslado de pacientes.
16. Alarma para gases medicinales

Dotación para todo el servicio, disponibilidad de:

1. Ventilador de transporte
2. Monitor con trazado electrocardiográfico
3. Monitoreo de gasto cardíaco
4. Monitor de transporte.
5. Desfibrilador. Marcapaso

En los casos en que no existe control visual permanente, este puede ser reemplazado por un sistema de alarma de los equipos. (Ministerio de Salud y Protección Social, Resolución 1441 de 2013)

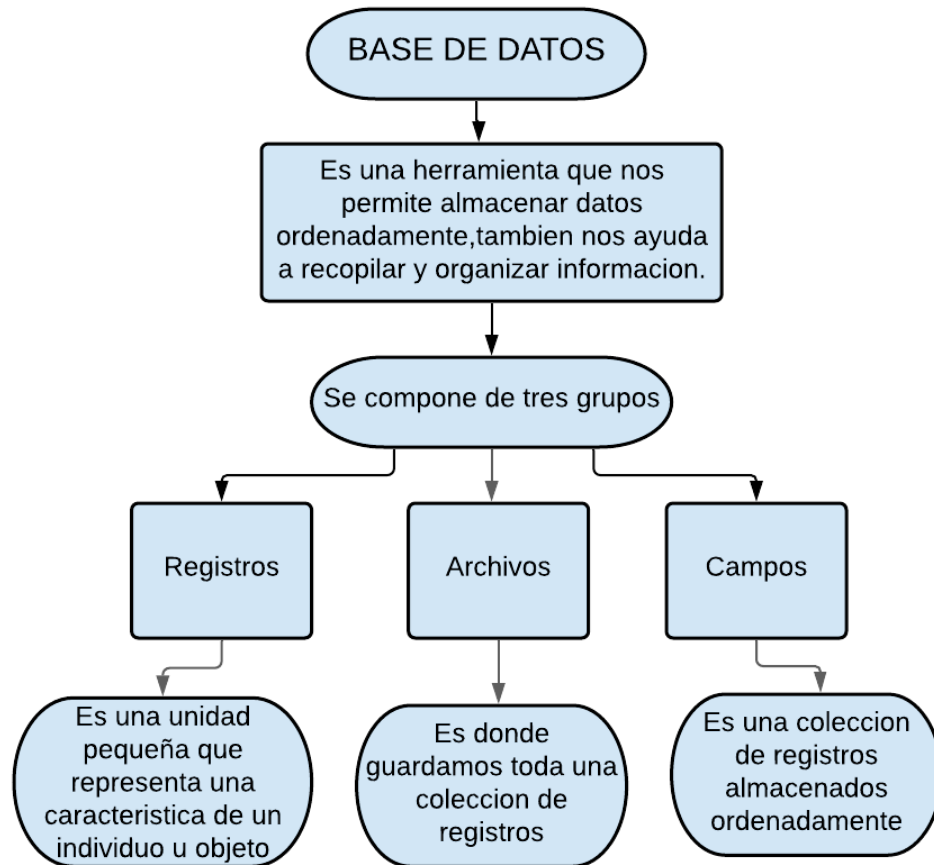
### **3.2.8 Aplicación móvil y de escritorio**

#### **Bases de datos**

Las bases de datos son el producto de la necesidad humana de almacenar la información, es decir, de preservarla contra el tiempo y el deterioro, para poder acudir a ella posteriormente. En ese sentido, la aparición de la electrónica y la computación brindó el elemento digital indispensable para almacenar enormes cantidades de datos en espacios físicos limitados, gracias a su conversión en señales eléctricas o magnéticas (Concepto, 2021).

El manejo de las bases de datos se lleva mediante sistemas de gestión llamados Sistemas de Gestión de Bases de Datos, actualmente digitales y automatizados, que permiten el almacenamiento ordenado y la rápida recuperación de la información. En esta tecnología se halla el principio mismo de la informática. (Concepto, 2021).

Figura 5. Base de datos



Fuente: Elaboración propia

### La nube

La nube es un conjunto de servicios de tecnología a través de Internet, que se cobran por lo que se consume y están diseñados para dar agilidad a procesos, un ejemplo de arquitectura en la nube son los servicios que ofrece google su versión Ofimática, su sistema de almacenamiento en el drive, su arquitectura de programación entre otras.

## **Android Studio**

Android Studio es el ambiente de desarrollo nativo para el diseño e implementación de aplicaciones para sistemas operativos android. Este IDE (Entorno integrado de desarrollo) permite programar aplicaciones tanto en Java como en kotlin, este último desarrollado por google.

## **Google Sheets**

Google Sheets es un servicio vía web de hojas de cálculo, realizado en tecnología AJAX. La cual es una herramienta gratuita y fácil de usar ya que solo se necesita una cuenta de Google para iniciar sesión y comenzar a construir una hoja de cálculo de Google Docs. además es compatible con los formatos de Microsoft Excel y está asociada a una poderosa herramienta de programación que permite la ejecución de script en la nube y el desarrollo nativo de aplicaciones móviles.

## **Google App script**

Google Apps Script es un lenguaje de scripting para el desarrollo de aplicaciones ligeras en la plataforma G Suite. Estas mini-aplicaciones se desarrollan en el lenguaje de programación JavaScript permitiéndonos conectarnos con fuentes de datos. Los scripts desarrollo en esta interfaz se asocian de manera independiente a cada hoja o libro creado en la nube, en la actualidad existen diferentes librerías que permiten interconectar a través del código las hojas de cálculo con bases de datos como MySQL con ambientes de programación como Java, Python, JavaScript y con otros sistemas de desarrollo de ingeniería y aplicaciones móviles.

## **PHP**

PHP es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML, este lenguaje de programación permite la ejecución directa de código en servidores Linux y Windows donde los ambientes web permiten conectarlo con prácticamente cualquier tecnología alojada dentro o fuera del mismo servidor.

## **MySQL**

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto con un modelo cliente-servidor el cual es utilizado para crear y administrar bases de datos basados en un modelo relacional. MySQL es un gestor de base de datos por excelencia para los sistemas operativos de código abierto. Responde a los más estrictos protocolos de seguridad y encriptación y es la herramienta por excelencia para el desarrollo de sitios web basados en sistemas de gestión de contenido. MySQL también es ampliamente utilizado en combinación con PHP y HTML para el desarrollo de aplicaciones y servicios sobre la arquitectura de internet.

## **Servidor web**

Servidor web es una arquitectura hardware y software diseñada y construida para el alojamiento de aplicaciones y páginas web son sistemas concebidos para responder a solicitudes a través de internet y en su arquitectura más esencial incorporan un motor para la gestión de programación y gestor de base de datos y un ambiente para la ejecución del lenguaje HTML sobre HTTP. En la actualidad el acceso a los servidores para el desarrollo de páginas web y aplicaciones se consume por demanda a través de un servicio de hospedaje (hosting) que puede ser contratado de forma periódica y que de manera pre configurada cuenta con todos los servicios necesarios para el diseño construcción y despliegue de todo tipo de aplicaciones y servicios web.

## **UML**

La metodología de UML (Unified Modeling Language) es un lenguaje cuyo vocabulario y reglas están centrados en la representación conceptual y Física, el cual es de suma importancia para explicar cada una de las partes que componen este sistema desarrollado en Android Studio, dado que todos sus métodos son de modo programático.

## 4 Capítulo 4

Documentación de los protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos en el HSLV.

### 4.1 Hoja de vida de un equipo biomédico

La hoja de vida de un equipo biomédico, es el registro continuo de la información básica y específica de cada acción de mantenimiento, reparación o adecuación realizada en la dotación. Gracias a la hoja de vida de los equipos biomédicos podemos realizar un plan de mantenimiento anual en cada institución prestadora de salud en el cual toda la información suministrada en la hoja de vida del equipo será requerida para llenar este plan de mantenimiento anual, en el desarrollo de nuestra aplicación fue necesario analizar este tipo de documentos para poder determinar los campos importantes y esenciales como : Nombre del equipo, serie, modelo, tipo de clasificación, su ubicación dentro de la instalación, sus características, entre otros aspectos importantes .



Figura 6. Ejemplo de hoja de vida un equipo biomédico

HOJA DE VIDA DE EQUIPOS				CODIGO: MA-FR-002 VERSIÓN: 2			
BIOMICOS				FECHA DE APROBACIÓN: 20/05/2021			
				PAGINA: 1 de 2			
				REALIZO: DANNA			
DATOS GENERALES							
EQUIPO :				UBICACIÓN:			
MARCA:		MODELO:		SERIE:		N° ACTIVO:	
FECHA DE ADQUISICION:		DD MM AA		FECHA DE INSTALACION		DD MM AA	
COMPRA:				DONACION:		COMODATO:	
FABRICANTE				REPRESENTANTE			
CONTACTO				DIRECCION			
TELEFONO				CORREO		FAX	
GARANTIA		VENCE DD MM AA		VIDA UTIL		DISPOSICION FINAL	
MANUAL DE OPERADOR		SI NO		CLASE: (I, IIA, IIB, III)			
MANUAL DE SERVICIO		SI NO		CRITICIDAD: (Baja, Media, Alta)			
				CUSTODIA			
DESCRIPCION DEL EQUIPOS							
USO MEDICO:		ALIMENTACIÓN:		USO ESPECIFICO:			
BÁSICO: _____		ELECTRICA: _____		DIAGNOSTICO: _____			
DE APOYO: _____		HIDRAULICA: _____		TRATAMIENTO: _____			
		VAPOR : _____		REHABILITACIÓN: _____			
		GASES MEDICIN: _____		LABORATORIO: _____			
PERIODICIDAD DE MANTENIMIENTO:							
DATOS TECNICOS							
VOLTAJE MAXIMO:		FRECUENCIA		RANGO DE MEDICION:			
CORRIENTE MAXIMA:		POTENCIA:		VARIABLES:			
COMPONENTES Y/O ACCESORIOS							

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Protocolo de mantenimiento de equipos biomédicos

MANTENIMIENTO								
FECHA			CUMPLE		ENCARGADO	PREVENTIVO	CORRECTIVO	OBSERVACIONES
DIA	MES	AÑO	SI	NO				

Fuente: Elaboración propia

Un protocolo de mantenimiento es una lista a partir de las recomendaciones de los fabricantes y necesidades propias del equipo. Los protocolos tienen como función principal estandarizar procesos para garantizar la calidad de los mismos y evitar errores durante su ejecución.

El mantenimiento se trata del cuidado constante y regular de artículos tecnológicos, buscando que estos se conserven y se mantengan en óptimas condiciones para brindar efectivamente el servicio para el que fueron adquiridos. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de protocolo de mantenimiento.

Figura 8. Protocolo de mantenimiento de equipos biomédicos

HOSPITAL SUSANA LÓPEZ DE VALENCIA E.S.E.									
REPORTE DE SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
IDENTIFICACIÓN DEL PROTOCOLO:	SLV- SM – 02 – F01			CÓDIGO DEL EQUIPO:	12597				
CÓDIGO DEL PRESTADOR:	NIT. 891501676-1			SERVICIO:					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:	BIS es un parámetro desarrollado a partir del análisis biespectral del electroencefalograma (EEG) analiza el patrón de las ondas cerebrales y lo convierte en un número de profundidad de sedación			UBICACIÓN:					
				MARCA:	COVIDIEN				
				SERIE:	VT32785				
NOMBRE:	MONITOR DE ÍNDICE BIESPECTRAL			INV/ACTIVO:	76093				
MODELO:	BIX X VISTA			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO:	CLASE IIB				
CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA:	EQUIPO DE DIAGNÓSTICO			TIEMPO ESTIMADO:					
FRECUENCIA:	TRIMESTRAL								
PROCEDIMIENTOS									
LISTA DE CHEQUEO	FRECUENCIA: TRIMESTRAL								
	I		II		III		IV		
Fecha de Mantenimiento (DD/MM/AA)									
Verificación medidas bioseguridad	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿El equipo médico se entrega limpio y desinfectado para realizar la actividad de mantenimiento?									
¿El personal que realizará el mantenimiento cuenta con los implementos de dotación necesarios para garantizar la seguridad de la actividad? (guantes, tapabocas.Etc)									
	Aprobó		Aprobó		Aprobó		Aprobó		

Fuente: Protocolo mantenimiento preventivo de HSLV

### **Planeación y ejecución de mantenimiento preventivo en el HSLV.**

El proceso de la documentación para los equipos biomédicos para el HSLV inicia desde antes de su adquisición ya que a través de un proceso de licitación el personal encargado gestiona las cotizaciones de los equipos requeridos y dentro de ellas los parámetros de garantía y de mantenimiento serán los que inciden en la forma en la que será ejecutado el protocolo.

Dentro de un proceso de adquisición es probable que el fabricante o distribuidor se haga cargo del proceso de mantenimiento durante un periodo de tiempo específico, esta situación se presenta en el HSLV con los equipos que son adquiridos en la modalidad de comodato. En estas circunstancias el mantenimiento es asumido por el proveedor y por lo tanto el equipo no será tenido en cuenta para la programación de los protocolos de mantenimiento.

Para los demás equipos adquiridos por el HSLV y de los cuales sí es responsable la institución de su mantenimiento se establece un plan de mantenimiento preventivo anual cuya elaboración es responsabilidad del área de ingeniería biomédica. De acuerdo a la hoja de vida de cada equipo biomédico y a la normatividad que le cobija según su clasificación de riesgo se establece el protocolo que garantice la calidad de operación del dispositivo y sus procesos adecuados de mantenimiento, para la elaboración de nuestra aplicación móvil fue necesario crear una interfaz gracias a las hojas Google Sheets donde el encargado de realizar el plan de mantenimiento anual del hospital será el cargado de asignar a el ingeniero los equipos correspondiente por mes durante todo el año gracias al plan de mantenimiento anual del HSLV.

Tabla 6. Plan de mantenimiento preventivo anual del Hospital Susana López de Valencia

EQUIPO	TIPO DE ADQUISICIÓN	OBSERVACIONES	VIDA ÚTIL	MARCA	MODELO	SERIE
MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICO	COMPRA	NINGUNA	7 AÑOS	MINDRAY	MEC-1200	CC-09115152
BLENDER	COMPRA	NINGUNA	5 AÑOS	MEDIN	1085_EASY	23141
UNIDAD DE CALENTAMIENTO	COMPRA	NINGUNA	2 AÑOS	WARMTOUCH	NELLCOR	CL0210J362
VENTILADOR MECÁNICO	COMPRA	NINGUNA	8 AÑOS	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	10-09-1-032-1080A1V
VENTILADOR MECÁNICO	COMPRA	NINGUNA	8 AÑOS	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	10-07-1-021-1080A1V
VENTILADOR MECÁNICO	COMPRA	NINGUNA	8 AÑOS	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	10-09-1-041-1080A1V

<b>FRECUENCIA DE MTTO PREVENTIVO</b>	<b>FECHA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA</b>
TRIMESTRAL	ENERO-ABRIL-JULIO-OCTUBRE	FELIPE RODRIGUEZ	UCI PEDIÁTRICA	CARRO DE PARO	DIAGNÓSTICO
SEMESTRAL	JUNIO-DICIEMBRE	EQUITRONIC	UCI PEDIÁTRICA	UCI PEDIÁTRICA	TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIDA
CUATRIMESTRAL	ABRIL-AGOSTO-DICIEMBRE	FELIPE RODRIGUEZ	UCI PEDIÁTRICA	ROTA EN EL SERVICIO	PREVENCIÓN
ANUAL	OCTUBRE	GILMEDICA(1 visita cambio de kids)	UCI PEDIÁTRICA	INTENSIVO	TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIDA
ANUAL	ENERO-OCTUBRE	GILMEDICA(1 visita cambio de kids)	UCI PEDIÁTRICA	INTENSIVO	TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIDA
ANUAL	OCTUBRE	GILMEDICA(1 visita cambio de kids)	UCI PEDIÁTRICA	INTENSIVO	TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIDA

Fuente: Plan de mantenimiento preventivo anual del Hospital Susana López de Valencia

En el procedimiento actual del HSLV estos formatos se crean como plantilla en hojas de cálculo que reposan en un libro en formato .xlsx estas planillas se imprimen se diligencian a mano y se entregan al ingeniero encargado del mantenimiento, en este punto se consignan las firmas de quien ejecuta el protocolo y de quien lo recibe.

Finalmente, tras su primera revisión el documento es entregado al encargado de la aprobación final quien con su visto bueno cierra el protocolo ejecutado.

La planeación anual del mantenimiento preventivo se diseña teniendo en cuenta el período de disponibilidad de un mes por cada equipo para la ejecución de su protocolo y su asignación a el operario encargado. Los archivos impresos son almacenados en un recinto durante un periodo de 5 años.

## 5 Capítulo 5

Este capítulo presenta las herramientas software y hardware empleadas para sistematizar los protocolos de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos de la UCIP del HSLV. También se exponen los algoritmos creados para cada una de las funcionalidades del software implementado.

### 5.1 Materiales y métodos

#### **Materiales**

La siguiente tabla sintetiza las herramientas software y hardware empleados para el desarrollo de la aplicación móvil y una descripción puntual de cada uno de los materiales utilizados para poder desarrollar este proyecto.

Tabla 7. Material

Material	Descripción
Computador portátil	Computador funcional con sistema operativo Windows 10, Android studio, navegador Chrome, y acceso a internet.
Dispositivo móvil (Smartphone)	teléfono inteligente con sistema operativo Android 9 o superior habilitado para aplicaciones de desarrollador.
Software Android Studio	Para el desarrollo de MEQBI utilizamos Android Studio ya que es un entorno de desarrollo integrado, el cual fue diseñado para desarrollar aplicativos Android de código abierto, es decir, que cualquier programador y demás interesados pueden ser desarrolladores de aplicaciones sin costo.
Google Sheets	Google Sheets libro con un protocolo de mantenimiento por hoja y conexión a Google App Script.
Google App Scripts	Google App Script implementación de la API de conexión con MySQL y código de gestión de protocolos.
MySQL	Servidor MySQL con la base de datos para la aplicación (tabla de usuarios y tablas de protocolos).
PHP	Servidor PHP versión 7.4.
Servidor Web	Hosting compartido en servidor Linux con acceso por cPanel.

Fuente: Elaboración propia

### Métodos

La sistematización de los protocolos de mantenimiento preventivo se fundamenta en el empleo de algoritmos para interconectar una interfaz gráfica de usuario (GUI) concebida a modo de



aplicación móvil para sistemas operativos Android con una base de datos MySQL corriendo sobre un servidor PHP. Adicionalmente se concibe el empleo de las hojas de cálculo de Google y su sistema de programación en la nube Google App Script como interfaz de auditoría para el personal administrativo.

## 5.2 Metodología CDIO

El Diseño metodológico de este proyecto de desarrollo se ajusta a la Metodología CDIO, sigla que en inglés se compone por las iniciales de las palabras Conceive, Design, Implement and Operate (Traducidas al español como Concebir, Diseñar, Implementar y Operar). (Gómez, 2012)

A continuación, se describen cada una de las fases que se recorrieron para la ejecución de esta metodología:

- A. Concebir: Durante la etapa de concesión se llevó a cabo el levantamiento de la información sobre el estado de las condiciones actuales del proceso de sistematización de los protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos de la UCIP del HSLV. En una segunda fase de esta primera etapa se hizo una revisión del estado de arte que permitió conocer las soluciones comerciales y no comerciales similares a las perseguidas por el objetivo del presente proyecto. Se identificaron las principales falencias del método convencional y se recopilaron los documentos físicos y digitales que componen todo el proceso.
- B. Diseñar: En la etapa de diseño se propuso una arquitectura software uniplataforma (Android) para la creación de una aplicación móvil con acceso a una base de datos y con conexión a las hojas de cálculo de la G-Suite.
- C. Implementar: El diseño fue implementado de la siguiente manera: la aplicación móvil fue construida para sistemas operativos Android sobre el sistema de desarrollo Android Studio, con Java como lenguaje de programación; la base de datos fue implementada en un servidor Linux sobre el gestor MySQL; como sistema de auditoría de los protocolos se desarrolló una versión digital de los mismos en las hojas de cálculo de Google Sheets las cuales se interconectan con la base de datos del servidor a través de una API desarrollada sobre Google App Scripts. El sistema desarrollado cuenta con registro e ingreso con rol de operarios para el diligenciamiento de los protocolos a través de la aplicación móvil; sistema

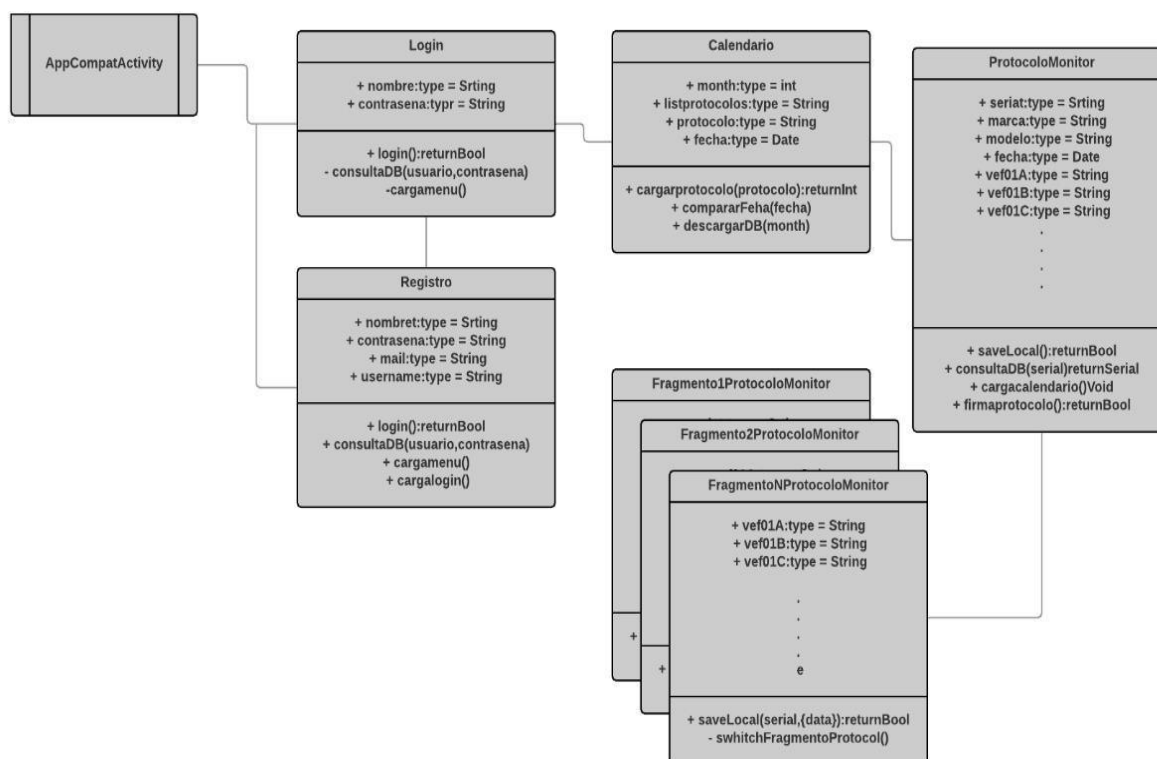
de ingreso de administradores a las hojas de cálculo de la G-Suite con protección por contraseña y sistema de inserción y eliminación de protocolos en la planeación.

- D. Operar: Durante esta última etapa el sistema fue sometido a validación por el personal de la UCIP del HSLV cuya experiencia fue registrada a través de una herramienta de encuesta posterior al manejo del sistema en un ciclo completo de trabajo.

## 5.3 Metodología UML

A continuación, se presenta un diagrama de clase simplificado para la aplicación móvil desarrollada en android studio:

Figura 9. Metodología UML



Fuente: Elaboración propia

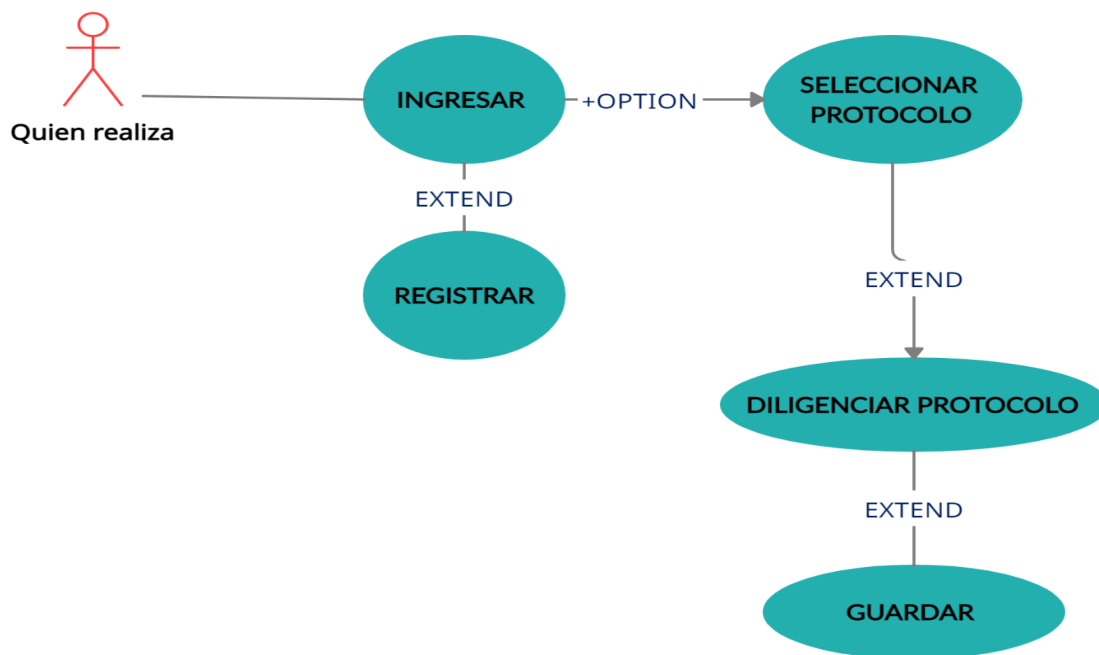
La aplicación desarrollada en Java o Kotlin en Android Studio se construye sobre una arquitectura donde todas las clases heredan de la clase AppCompatActivity en el caso puntual de este desarrollo dos clases heredan directamente (Login y Registro) y están destinadas a interactuar con los Layouts que llevan los mismos nombres y permiten al usuario el proceso de registro e ingreso al sistema, estas dos clases implementan métodos para consultar y modificar la tabla de usuarios en la base de datos de MySQL. Tras la autenticación de un usuario se pasa el control a la clase Calendario que consulta en las tablas de usuario e instrumentos para crear un listado desplegable tabulado por meses donde se presentan los instrumentos asignados al usuario. Una vez se selecciona el instrumento dentro del periodo actual el control pasará a la clase identificada con el nombre del Protocolo esta clase será construida como la unión de tantos fragmentos como secciones tiene el protocolo y en cada tipo de instrumento el número de fragmentos será variable de acuerdo a su configuración. Esta clase no consulta la base de datos para descargar información, pero si actualiza la tabla del protocolo correspondiente con los datos capturados por cada fragmento.

En el diagrama solo se presenta el caso de un monitor, pero en total son 15 tipos de instrumentos diferentes.

El sistema desarrollado sobre Android Studio ha sido concebido en lenguaje de programación orientado a objetos Java y a continuación se presentan los diagramas de relación que describen su funcionamiento.

### 5.3.1 Casos de uso para aplicación móvil

Figura 10. Casos de uso para aplicación móvil



Fuente: Elaboración propia

### 5.3.2 Ficha de caso de uso

Tabla 8. Primera ficha de caso de uso

RF- 01	Ingresar	
<b>Autora</b>	Sebastián Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Comparar mis datos con los datos asociados en la base de datos si el sistema tiene mis datos registrados me dejara consultar los protocolos.	
<b>Descripción</b>	Para acceder a ingresar el usuario debe efectuar su registro con datos personales en el aplicativo, el cual será asociado a la base de datos.	
<b>Precondición</b>	Haber realizado el registro en el sistema	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	ingresar nombre de usuario y contraseña y presionar el botón ingresar. (realiza el actor)
	2	Comparar los datos con los de la base de datos, si los datos coinciden. (realiza el sistema)
	3	se carga el listado de protocolos. (realiza el sistema)
	4	si los datos no coinciden dar en el botón de registro. (realiza el actor)
<b>Postcondición</b>	Consultar protocolos.	
<b>Excepciones</b>	Que los datos no coincidan	
<b>Importancia</b>	Medio.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Segunda ficha de caso de uso

RF- 02	Registrar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	recibir información del usuario y consignarla en la base de datos .	
<b>Descripción</b>	El usuario aporte datos personales: usuario, contraseñas, correo, cargo.	
<b>Precondición</b>	ingreso fallido , usuario no registrado.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	digitar los datos personales: usuario, contraseñas, correo, cargo. (realiza el actor)
	2	presionas el botón registrar.(realiza el sistema)
<b>Postcondición</b>	seleccionar protocolo.	
<b>Excepciones</b>	Si el usuario ya está registrado se retorna a la pantalla de ingreso.	
<b>Importancia</b>	Media.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Tercera ficha de caso de uso

RF- 03	Seleccionar protocolos	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Mostrar en una vista de calendario los protocolos disponibles para ejecución en el mes.	
<b>Descripción</b>	el usuario podrá acceder en la programación del mantenimiento siempre y cuando se le hayan habilitado.	
<b>Precondición</b>	Que el usuario este habilitado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	le doy al botón seleccionar protocolo luego recorro la lista de todos los protocolos.(realiza el actor)
	2	diligenciar el protocolo siempre y cuando lo tenga habilitado. (realiza el actor)
<b>Postcondición</b>	Diligenciamiento	
<b>Excepciones</b>	si no esta habilitado no tendrá acceso a los protocolos se cargaran vacíos	
<b>Importancia</b>	Alta.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Cuarta ficha de caso de uso

RF- 04	Diligenciar Protocolo	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	documentar los resultados de la ejecución del protocolo del equipo biomédico.	
<b>Descripción</b>	Se presenta el formulario con todos los campos del protocolo seleccionado paginados en tabuladores del tamaño del contenedor de la pantalla del celular.	
<b>Precondición</b>	El usuario debe haber ingresado al sistema.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Diligenciar la pestaña correspondiente a Verificación de medidas de bioseguridad.(realiza el actor)
	2	Diligenciar la pestaña correspondiente a verificación de estado y funcionamiento y presionar el botón siguiente.(realiza el actor)
	3	Diligenciar la pestaña correspondiente a la verificación del mantenimiento y presionar el botón siguiente.(realiza el actor)
	4	Diligenciar la pestaña correspondiente a la verificación de insumos y presionar el botón siguiente.(realiza el actor)
	5	Diligenciar la sección correspondiente a la sección de repuestos y presionar el botón siguiente.(realiza el actor)
	6	Diligenciar las observaciones.(realiza el actor)
<b>Postcondición</b>	almacenamiento de protocolo en la base de datos y firma por parte del operario	
<b>Excepciones</b>	el usuario cancela el procedimiento, si falla la conexión con la base de datos.	
<b>Importancia</b>	Alta	

Fuente: Elaboración propia



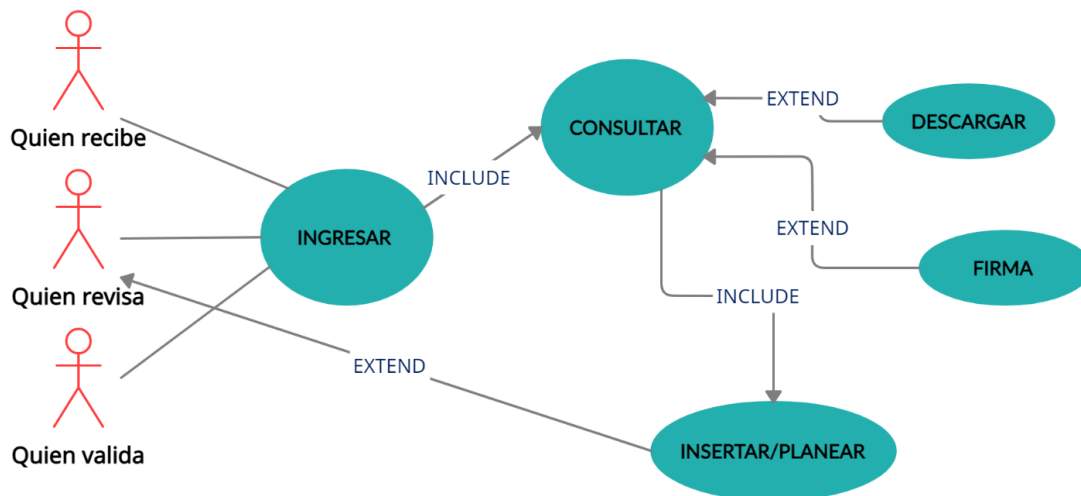
Tabla 12. Tabla Quinta ficha de caso de uso

<b>RF- 05</b>	<b>Guardar</b>	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	almacenar la información diligenciada en la base de datos de la nube	
<b>Descripción</b>	aparece una ventana emergente confirmando el envío de los datos el usuario puede presionar sí o no.	
<b>Precondición</b>	Todos los campos de guardado deben estar diligenciados sin excepciones.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	<b>1</b>	presionar el botón guardar.(realiza el actor)
	<b>2</b>	en la ventana emergente presionar si o no.(realiza el actor)
	<b>3</b>	si se presiona si se almacenan la información en la base de datos.(realiza el actor)
	<b>4</b>	si se presiona no se regresa a la selección de protocolo.(realiza el sistema)
<b>Postcondición</b>		
<b>Excepciones</b>	el usuario cancela el procedimiento	
<b>Importancia</b>	Alto	

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.3 Casos de uso para la aplicación Google Sheet

Figura 11. Casos de uso para la aplicación Google Sheet



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Primera ficha de caso de uso

RF- 01	Ingresar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Revisar si los datos ingresados corresponden a los de un usuario registrado y autorizado	
<b>Descripción</b>	Para acceder a ingresar el usuario debe estar registrado en el sistema. Debe ser un usuario registrado y autorizado	
<b>Precondición</b>	estar registrado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Acceder a través del link a la interfaz (realiza el actor)
	2	Autorizar el ingreso a través de la cuenta asociada de google
	3	si el usuario corresponde a un usuario autorizado se carga el libro con los protocolos
	4	si los datos no coinciden volver a ingresar
<b>Postcondición</b>	pasar a consultar	
<b>Excepciones</b>	No tener usuario	
<b>Importancia</b>	Medio.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Segunda ficha de caso de uso

RF- 02	Consultar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	recorrer los protocolos del plan de mantenimiento y seleccionar el protocolo de interés	
<b>Descripción</b>	Se presenta una interfaz construida en un libro de google sheets repartida en hojas donde cada una corresponde a un equipo biomédico etiquetada con el nombre del equipo y su serial.	

<b>Precondición</b>	haber ingresado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	<b>1</b>	utilizar las flechas de desplazamiento en la parte inferior de la interfaz para recorrer el listado de las hojas del libro
	<b>2</b>	hacer clic sobre la pestaña del libro que se desea consultar
<b>Postcondición</b>		
<b>Excepciones</b>		
<b>Importancia</b>	Medio.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Tercera ficha de caso de uso

<b>RF- 03</b>	<b>Descargar</b>	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	realizar una consulta en la base de datos MySQL de la información registrada como protocolo en la tabla correspondiente al equipo biomédico y cargarla en la plantilla respectiva en google sheets.	
<b>Descripción</b>	al presionar el botón descargar se establece una conexión a través de app script con la base de datos de MySQL y se realiza una consulta que trae toda la información del protocolo consignada previamente a la hoja asociada.	
<b>Precondición</b>	haber ingresado y consultado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	<b>1</b>	Presionar el botón descargar.
<b>Postcondición</b>		
<b>Excepciones</b>		
<b>Importancia</b>	Media.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Cuarta ficha de caso de uso

RF- 04	Firmar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Bloquear el protocolo para su proceso de edición y auto-rellenar las casillas correspondientes a la firma según su rol.	
<b>Descripción</b>	Dentro de la hoja correspondiente al protocolo a firmar el usuario ubica la casilla correspondiente a la firma del periodo y presiona el botón llamado firmar, en la base de datos la condición de firma para ese periodo se modifica de no firmado a firmado .	
<b>Precondición</b>	para firmar debe haberse descargado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	presionar el botón firmar correspondiente al periodo de tiempo recibido
<b>Postcondición</b>		
<b>Excepciones</b>	Que el protocolo no haya sido firmado previamente y que no haya sido diligenciado desde la aplicación.	
<b>Importancia</b>	Alta.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Quinta ficha de caso de uso

RF- 05	Insertar / planear	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Establecer la planeación de mantenimiento anual con la creación de los protocolos asociados a cada dispositivo biomédico. Insertar protocolos extemporáneos	
<b>Descripción</b>	En esta interfaz se diligencia un formulario donde se selecciona una plantilla de protocolo se llenan los datos	

	del instrumento a partir de su hoja de vida y se le asigna un responsable. con esta información se crea la hoja correspondiente al protocolo y en la base de datos MySQL se crea la tabla correspondiente.	
<b>Precondición</b>	El usuario debe haber ingresado.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	<b>1</b>	Seleccionar del menú desplegable la plantilla del protocolo a insertar.
	<b>2</b>	Diligenciar los pasos correspondientes a: serial modelo, marca, In/Act.
	<b>3</b>	Seleccionar del menú desplegable el mes inicial asignado.
	<b>4</b>	Seleccionar del menú desplegable el encargado del mantenimiento del equipo.
	<b>5</b>	Diligenciar los campos correspondientes a: cargo, servicio y periodicidad.
	<b>6</b>	Presionar el botón insertar.
<b>Postcondición</b>	verificación del registro de información en la base de datos	
<b>Excepciones</b>	Que ya exista un protocolo creado con ese nombre, que ya exista la tabla en la base de datos.	
<b>Importancia</b>	Alta	

Fuente: Elaboración propia

### **Elaboración de herramienta para evaluar la satisfacción de la aplicación móvil en el entorno operativo.**

para corroborar la funcionalidad de nuestra aplicación móvil desarrollamos como método de evaluación una encuesta de satisfacción y sugerencias que se elaboró por medio de Google formulario, la cual será diligenciada por el personal encargado del mantenimiento preventivo en UCIP del HSLV.

Figura 12. Encuesta satisfacción

## FORMULARIO DE SATISFACCION DE LA APLICACION MOVIL MEQBI

Descripción del formulario

Desde su experiencia en el diligenciamiento de los mantenimientos preventivo, que tan efectiva le parece la aplicación en un rango de 1 a 10.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

MALA           BUENA

Desde su opinión como Ingeniero Biomédico: ¿considera que la aplicación móvil optimiza el tiempo de llenado y de entrega del mantenimiento preventivo?

Texto de respuesta corta

Desde su opinión como Ingeniero Biomédico: ¿considera que la aplicación móvil garantiza el buen diligenciamiento de los protocolos de mantenimiento preventivo dando seguridad y confiabilidad?

Sí

No

Tal vez

Fuente: Google formulario

Figura 13. Encuesta satisfacción

Que problema experimento durante el uso de la aplicación móvil?

- La aplicación era confusa
- La aplicación era poco atractiva
- Experimente fallas
- Ninguna de las anteriores
- Todas

Desde su experiencia con la aplicación móvil considera que los contrastes y tamaño de letra son los adecuados?

- Sí
- No
- Tal vez
- Otra...

\*\*\*

Considera adecuado la interfaz grafica de la aplicación (como se subdividió el formato de mantenimiento preventivo)

- Sí
- No
- Tal vez
- Otra...

Fuente: Google formulario



Figura 14. Encuesta satisfacción

¿Qué es lo que mas le gusta de la aplicación móvil?

- Funcionalidad
- Navegacion
- Apariencia
- Accesibilidad
- Ahorro de tiempo
- Otra...

¿Considera que el desarrollo de la aplicación beneficia al hospital desde el punto de vista de la innovación?

- Sí
- Tal vez
- No
- Otra...

Desde su experiencia con la aplicación MEQBI considera que debería de ser implementada en todos los servicios del hospital para así digitalizar todo el proceso de mantenimiento preventivo?

- Sí
- No
- Tal vez
- Otra...

Fuente: Google formulario

Figura 15. Encuesta satisfacción

The image shows a Google Forms survey with five sections, each enclosed in a light green border. The sections are:

- Sugerencias de mejora**: A section for long text responses, labeled 'Texto de respuesta larga'.
- ¿Recomendaría esta aplicación a otras entidades de salud?**: A multiple-choice question with two options: 'Sí' and 'No', each with a radio button.
- El proceso de instalación fue rápido?**: A multiple-choice question with two options: 'Sí' and 'No', each with a radio button.
- Conoces alguna App igual o parecida?**: A multiple-choice question with two options: 'Sí' and 'No', each with a radio button.
- NOMBRE Y CARGO**: A section for short text responses, labeled 'Texto de respuesta corta'.

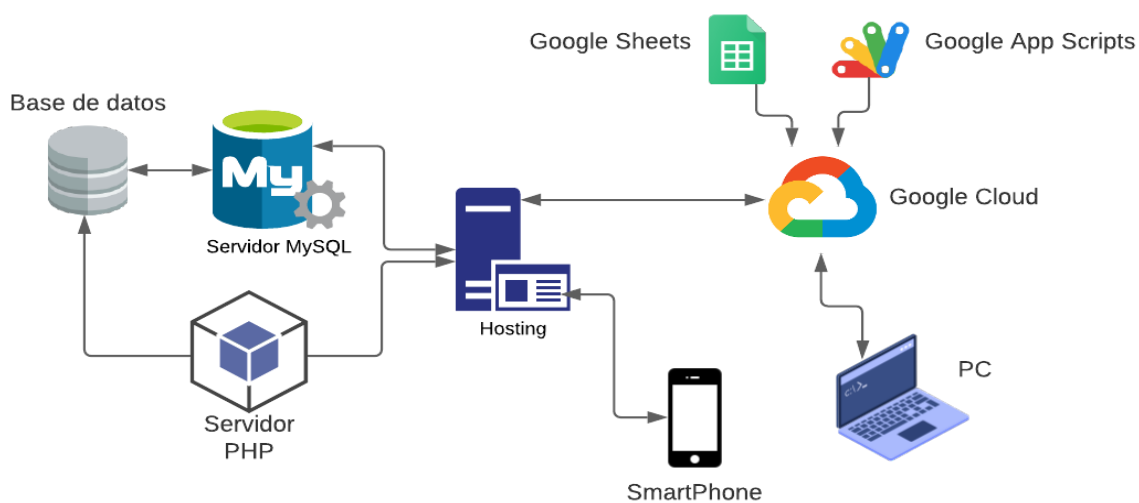
Fuente: Google formulario

## 6 Capítulo 6

De acuerdo con la metodología planteada a continuación se presentan los resultados funcionales y no funcionales establecidos para generar la aplicación móvil, seguidamente, se diseñó y desarrolló la aplicación móvil junto con la base de datos, y finalmente, se implementó el cuestionario de experiencia de usuario y usabilidad para comprobar la aceptación por parte de los usuarios en la institución.

### 6.1.1 Arquitectura del sistema desarrollado

Figura 16. Arquitectura del sistema desarrollado



Fuente: Elaboración propia

La arquitectura del sistema desarrollado se divide en dos estructuras construidas: una como aplicación móvil para teléfonos inteligentes con sistema operativo Android y otra como una aplicación construida sobre una hoja de cálculo de Google a través del sistema de programación de App scripts. Como sistema de almacenamiento se utiliza un servidor (Hosting en línea) con sistema operativo Linux en el cual se ejecutan sobre PHP el sistema de gestión de base de datos MySQL. El sistema desarrollado sobre las hojas de cálculo de Google permite la creación de los protocolos asociados a cada dispositivo biomédico del plan anual de mantenimiento a partir de una hoja donde se han construido las plantillas para cada protocolo , cada vez que se inserta un protocolo la aplicación creado en App scripts gestiona la conexión entre la hoja de cálculo y la base de datos de MySQL para crear la tabla correspondiente e insertar una fila con la información extraída de su hoja de datos.

Desde la aplicación móvil se ha creado una conexión con la base de datos de MySQL en el servidor de Linux a través de una API desarrollada en tres archivos escritos en PHP, estos archivos permiten a la aplicación móvil el diligenciamiento y registro de los protocolos de mantenimiento; una vez que los protocolos han sido registrados en la base de datos la aplicación creada sobre las hojas de cálculo de Google permite gestionar a través de funciones específicas las firmas y el cierre de cada uno de los protocolos realizados.

## **6.2 Descripción de la app móvil del protocolo de mantenimiento preventivo**

La aplicación móvil ha sido concebida pensando en su usabilidad, de manera que se ha planteado un diseño minimalista e intuitivo en cada uno de sus layouts.

Figura 17. Layout de ingreso



9:50

MEQBI

MEQBI

Usuario: \_\_\_\_\_

Contraseña: \_\_\_\_\_

INICIAR SESION

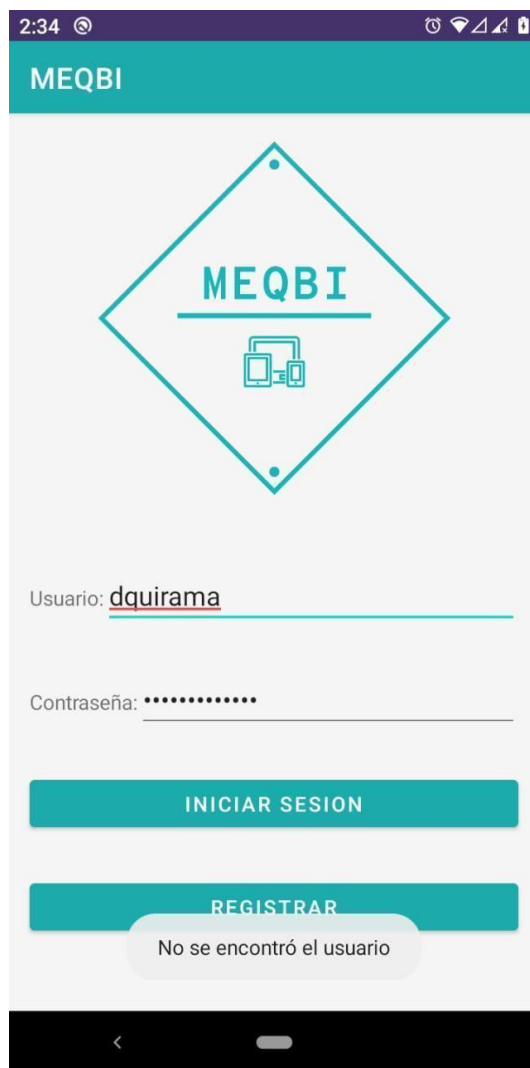
REGISTRAR

Fuente: Elaboración propia

En la primera pantalla de la aplicación debajo del logo que la identifica se encuentran los campos de nombre de usuario y contraseña para que sean diligenciados por el usuario y presione el botón iniciar sesión. Si las credenciales de acceso son correctas se dirigirá el usuario al layout de consulta. en caso de tratarse de un usuario no registrado deberá presionar el botón registrar para dirigirse al layout de registro de nuevo usuario.

Si las credenciales de acceso son incorrectas la aplicación se mantendrá en el mismo layout, pero le manifestará al usuario el error a través de un mensaje flotante.

Figura 18. Acceso



Fuente: Elaboración propia

La misma situación ocurrirá si se omite el diligenciamiento de alguno de los campos:

Figura 19. Acceso sin datos



The image shows a mobile application interface for MEQBI. At the top, there is a teal header with the text "MEQBI". Below the header is a large diamond-shaped logo containing the text "MEQBI" and an icon of a computer monitor and a smartphone. The login form consists of two input fields: "Usuario:" with the text "dquirama" and "Contraseña:" which is empty. Below the fields are two teal buttons: "INICIAR SESION" and "REGISTRAR". A white error message box is displayed below the "REGISTRAR" button, containing the text "Se deben de llenar todos los campos." The status bar at the top shows the time "2:36" and various system icons. The bottom of the screen shows a black navigation bar with a back arrow and a home indicator.

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Layout de registro

9:50

MEQBI

Registro de Nuevo Usuario

Usuario

Contraseña

E-mail

Nombre

Cargo

REGISTRAR

¿Ya tienes una cuenta?

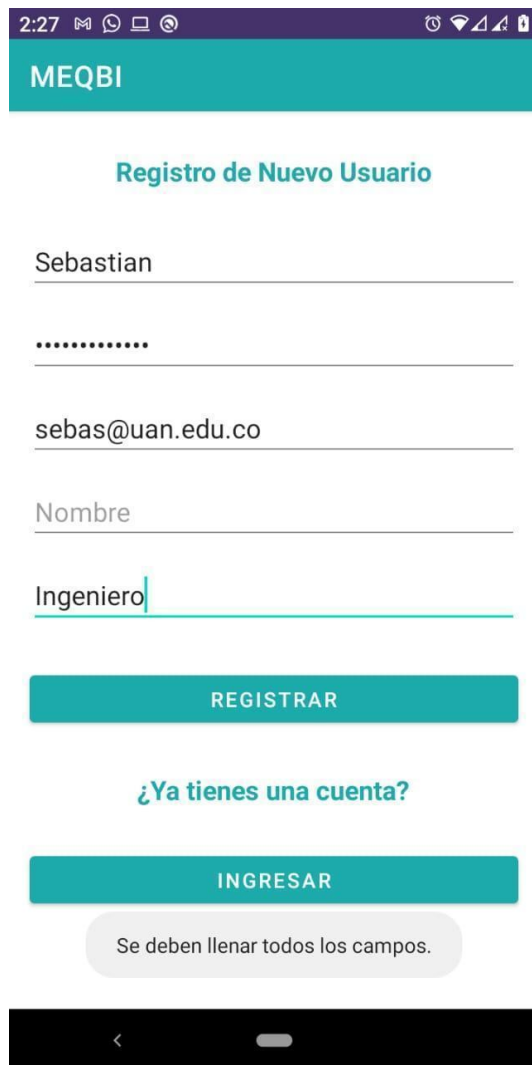
INGRESAR

Fuente: Elaboración propia

En esta ventana de la aplicación un usuario podrá registrarse o darse de alta diligenciando los cinco campos obligatorios de: usuario, contraseña, Email, nombre, cargo. En caso de faltar uno de los campos por diligenciar el sistema alerta a través de un mensaje flotante:



Figura 21. Registro



2:27

MEQBI

**Registro de Nuevo Usuario**

Sebastian

.....

sebas@uan.edu.co

Nombre

Ingeniero

REGISTRAR

**¿Ya tienes una cuenta?**

INGRESAR

Se deben llenar todos los campos.

Fuente: Elaboración propia

En caso de un registro exitoso el usuario será redirigido al layout de ingreso y el resultado de la transacción se le notificará a través de un mensaje flotante:

Figura 22. Registro exitoso



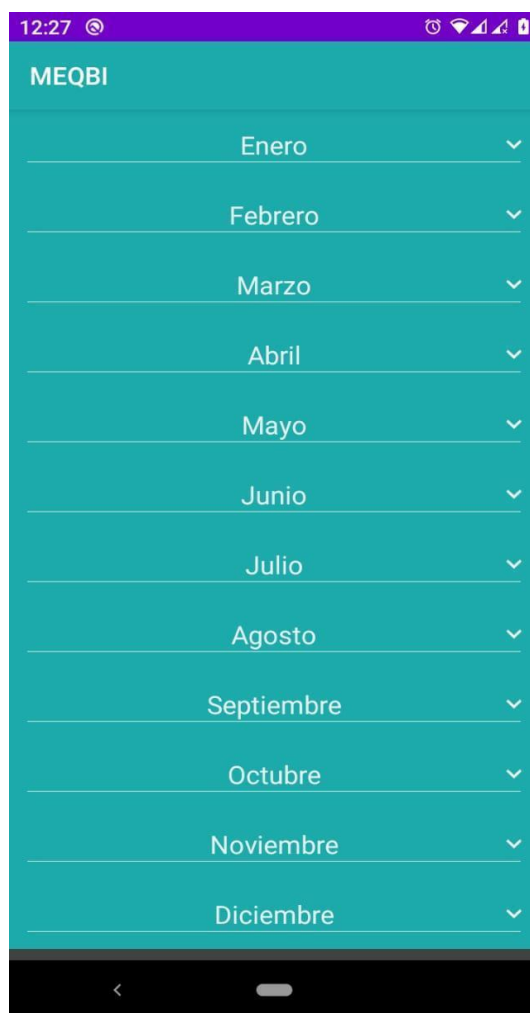
Fuente: Elaboración propia

También es posible regresar a la pantalla de inicio presionando el botón ingresar.

## Layout de consulta

En este layout se carga una vista de calendario a modo de acordeón donde cada una de las pestañas corresponde a cada uno de los 12 meses del año. En esta vista se organizan los dispositivos biomédicos asignados al usuario asignado según la programación elaborada en la aplicación del plan de mantenimiento :

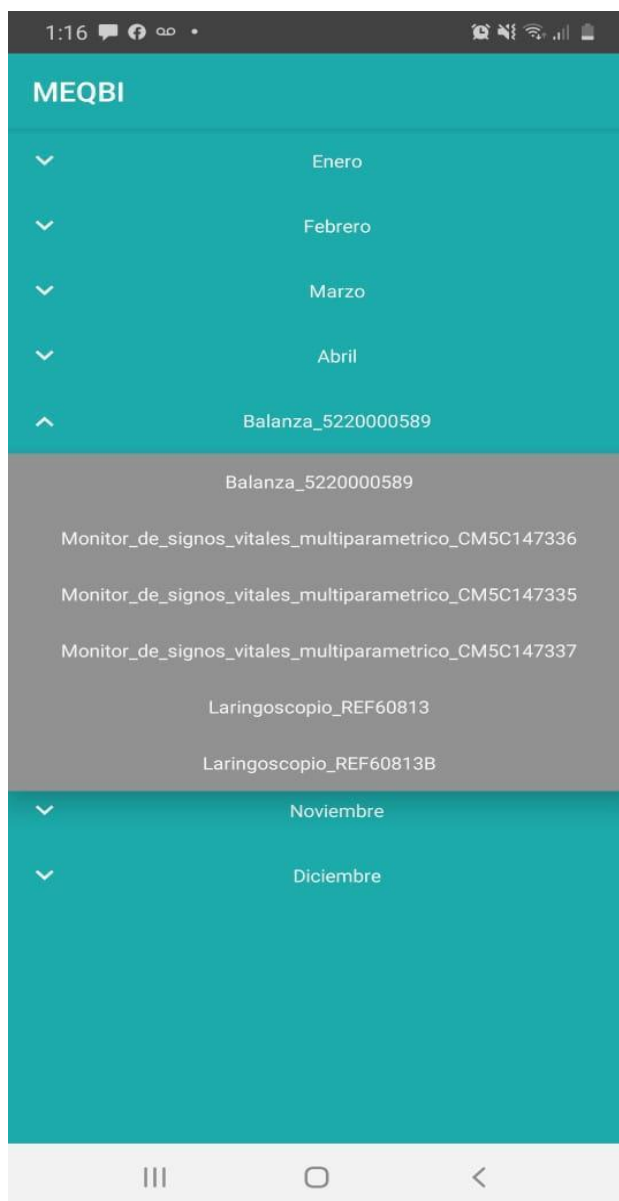
Figura 23. Layout de consulta



Fuente: Elaboración propia

El acordeón es un menú desplegable y al presionar en cualquier lugar del área correspondiente a cada título se desplaza las celdas siguientes para mostrar en un contenedor los equipos asignado para ese mes:

Figura 24. Menú



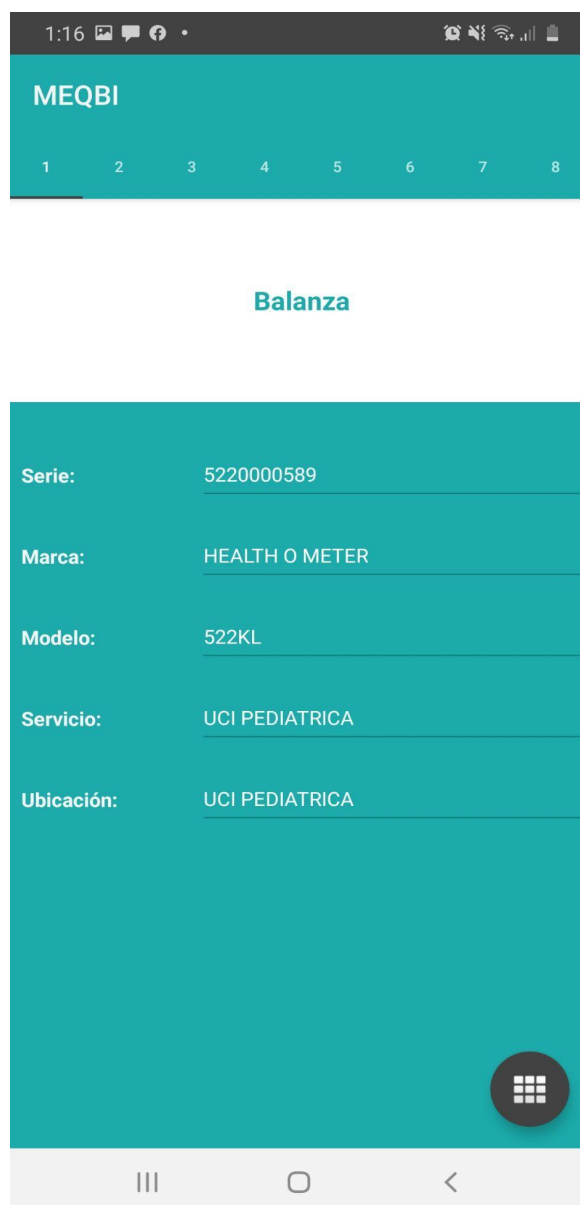
Fuente: Elaboración propia

Al hacer clic en cualquiera de los instrumentos, si fecha actual se encuentra dentro del periodo asignado a dicho instrumento, se cargará el layout correspondiente al diligenciamiento de su protocolo.

## Layout de protocolo

los protocolos de mantenimiento están organizados en un layout tabulado cuyas pestañas corresponden a cada una de las sesiones en las que está dividida la plantilla de dicho protocolo

Figura 25. Layout de protocolo

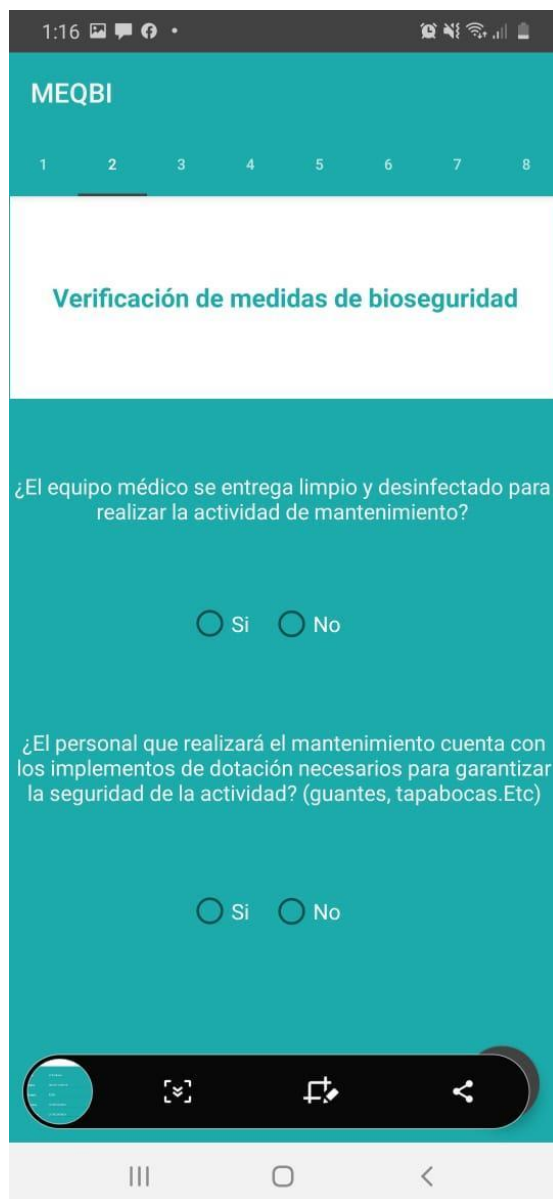


Fuente: Elaboración propia

La primera pestaña es común a todos los dispositivos y contiene la información del equipo extraída de su hoja de vida. Las demás pestañas podrán variar entre distintos dispositivos en contenido y cantidad según lo especifique su protocolo.

En las imágenes se aprecia el layout correspondiente al protocolo de mantenimiento de un aspirador. En este caso la segunda pestaña del tabulador corresponde a los campos que deben diligenciarse dentro de la sección de "Medidas de bioseguridad":

Figura 26. Segunda pestaña



The screenshot displays a mobile application interface for 'MEQBI'. At the top, there is a teal header with the text 'MEQBI' and a tabbed navigation bar with eight tabs numbered 1 through 8. The second tab is selected and highlighted. Below the tabs, a white box contains the title 'Verificación de medidas de bioseguridad'. The main content area has a teal background and contains two questions with radio button options for 'Si' and 'No':

¿El equipo médico se entrega limpio y desinfectado para realizar la actividad de mantenimiento?

Si  No

¿El personal que realizará el mantenimiento cuenta con los implementos de dotación necesarios para garantizar la seguridad de la actividad? (guantes, tapabocas.Etc)

Si  No

At the bottom of the screen, there is a dark teal navigation bar with icons for home, search, and share, and a white Android navigation bar with back, home, and recent apps buttons.

Fuente: Elaboración propia

En cada una de las siguientes 5 pestañas diligenciables para este protocolo el usuario deberá seleccionar las respuestas booleanas sin excepción:

Figura 27. Respuestas

The figure displays two screenshots of a mobile application interface for MEQBI. The left screenshot shows the 'Verificación de estado y funcionamiento' screen, and the right screenshot shows the 'Mantenimiento' screen. Both screens feature a teal header with the MEQBI logo and a bottom navigation bar with three icons: a grid, a circle, and a left arrow.

**Verificación de estado y funcionamiento**

- Revisar estado de fuente de poder:  Si  No
- Carcasa:  Si  No
- Etiquetado:  Si  No
- Estructura soporte:  Si  No
- Revisar estado de silla:  Si  No
- Pintura:  Si  No
- Revisar Display:  Si  No
- Revisar estado de las pitas (cambiar):  Si  No
- Resorte:  Si  No

**Mantenimiento**

- Limpieza externa:\*\*  Si  No
- Limpieza interna:  Si  No
- Ajustes:  Si  No
- Cambio de partes o accesorios:  Si  No
- Imposición de stickers:  Si  No

Fuente: Elaboración propia

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface. Both screens have a teal header with the text 'MEQBI' and a navigation bar below it with tabs numbered 1 through 8. The left screen is titled 'Herramientas y equipos de medición' and contains two sections: 'Patrones de pesos:' with radio buttons for 'Si' and 'No', and 'Herramientas varias:' with radio buttons for 'Si' and 'No'. The right screen is titled 'Repuestos' and contains two sections: 'Cargador de fuente de poder:' with radio buttons for 'Si' and 'No', and 'Batería 2A' with radio buttons for 'Si' and 'No'. Both screens feature a bottom navigation bar with icons for home, search, and share, and a system navigation bar at the very bottom.

MEQBI

1 2 3 4 5 6 7 8

**Herramientas y equipos de medición**

Patrones de pesos:  Si  No

Herramientas varias:  Si  No

MEQBI

1 2 3 4 5 6 7 8

**Repuestos**

Cargador de fuente de poder:  Si  No

Batería 2A  Si  No

Fuente: Elaboración propia



1:16

MEQBI

1 2 3 4 5 6 7 8

### Insumos

Jabón neutro:  Sí  No

Desinfectante:  Sí  No

Paños para limpiar:  Sí  No

Agua:  Sí  No

III O <

Fuente: Elaboración propia

La última pestaña del tabulador corresponde a las observaciones. Este campo también es obligatorio en caso de no existir material para consignar deberá llenarse con algo como Ninguna.

Figura 28. Observaciones

The screenshot displays a mobile application interface with a teal header and a white body. The header contains the text 'MEQBI' and a tabbed navigation bar with eight numbered tabs (1-8). The main content area is divided into several sections: a large teal box with the text 'Presentar' in white; a teal box labeled 'Observaciones:' with a white text input field; a teal box labeled 'Quien recibe:' containing three white text input fields for 'Nombre:', 'Cargo:', and 'Contraseña:'. Below these fields is a white button with the text 'RECIBIR' in teal. At the bottom, there is a black navigation bar with four icons: a teal circle, a square with a circle, a square with a circle and a plus sign, and a share icon. The Android system bar is visible at the very bottom.

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar el diligenciamiento del protocolo se debe presionar sobre el botón "Guardar". El usuario será notificado mediante mensaje emergente del éxito o fracaso del proceso y será

redirigido a layout de consulta. Es importante tener en cuenta que para desplazarse entre las pestañas del layout es posible utilizar los botones "Anterior" y "Siguiente" pero también se pueden utilizar los títulos de las pestañas ya que al tocar sobre cada uno de ellos se carga el contenido correspondiente a esa sección.

## 6.3 Ficha técnica

### 6.3.1 Ficha técnica de requerimiento de software

Tabla 18. Ficha técnica

Datos generales	
Nombre del App	MEQBI
Recurso tecnológico	Android Studio
Desarrollador	Sebastian Zambrano,Danna Valeria
Descripción del App	Aplicación móvil para el diligenciamiento de los protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del área de UCIP del HSLV.
Soporte de versión	Desde Android 9 en adelante
Nivel de API	28
Espacio de memoria	4 MB
Permisos	Para que el aplicativo funcione correctamente se deben habilitar todos los permisos de aplicaciones (Internet).
Almacenamiento recursos	La aplicación no consume memoria interna del dispositivo ya que toda la gestión de almacenamiento se realiza en una base de datos externa.
Fecha de lanzamiento	03 de mayo del 2021
Idioma	Español
Línea de Aplicación	Ingeniería clínica
Costo	Gratuito

Fuente: Elaboración propia

## 6.4 Descripción de la app de escritorio para la gestión del plan de mantenimiento

Sobre una plataforma diseñada en la herramienta de hojas de cálculo de Google se implementaron dos libros: uno para la gestión de las plantillas de los protocolos de mantenimiento de los equipos biomédicos y otra para la gestión del plan de mantenimiento anual:

Figura 29. Interfaz de gestión de las plantillas de los protocolos de mantenimiento

The screenshot shows a Google Sheets spreadsheet titled "Protocolos - Plantillas". The spreadsheet is a form for a preventive maintenance report. The header includes the hospital name "HOSPITAL SUSANA LÓPEZ DE VALENCIA E.S.E." and the title "REPORTE DE SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO". The form contains several input fields and sections:

- IDENTIFICACIÓN DEL PROTOCOLO:** SLV-5M-02-F01
- CÓDIGO DEL EQUIPO:** 10208
- CÓDIGO DEL PRESTADOR:** NIT. 891501676-1
- SERVICIO:** (empty field)
- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:** DISPOSITIVO QUE SE UTILIZA PARA LA ASPIRACIÓN NASAL, BUCAL Y TRAQUEAL DE FLUIDOS CORPORALES (MUCOSAS) PARA ADULTOS O NIÑOS.
- UBICACIÓN:** UCI PEDIATRICA
- MARCA:** (empty field)
- NOMBRE:** ASPIRADOR
- SERIE:** (empty field)
- MODELO:** (empty field)
- INV/ACTIVO:** (empty field)
- CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA:** TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIDA
- CLASIFICACIÓN DEL RIESGO:** IIA
- FRECUENCIA:** CUATRIMESTRAL
- TIEMPO ESTIMADO:** (empty field)
- PROCEDIMIENTOS:** (empty table)

At the bottom of the spreadsheet, there is a list of equipment types: Aspirador, Balanza, Desfibrilador, Electrocardiografo, Equipo\_de\_organos\_de\_los\_sentidos, Laringoscopio, and Reg. A green "DESCARGAR" button is visible on the right side of the form.

Fuente: Elaboración propia

En esta interfaz fueron construidas las 15 plantillas correspondientes a los protocolos de los 15 tipos de instrumentos biomédicos presentes en UCIP del HSLV. En esta interfaz no hay ningún tipo de programación o fragmentos de código ejecutables. Las 15 plantillas se construyeron a partir de un archivo de Microsoft Excel proporcionados por el HSLV, que en la actualidad es empleado para imprimir y diligenciar manualmente cada protocolo, la versión implementada difiere de la original en algunos de los elementos de su estructura para que los campos sean compatibles y permitan el despliegue de la información capturada desde la aplicación móvil.

El levantamiento de la información previo al desarrollo de la aplicación permite establecer el inventario de los equipos biomédicos que fueron considerados e incorporados como esquema inicial del proceso de mantenimiento:

### Levantamiento del Inventario técnico

Tabla 19. Levantamiento del Inventario técnico

item	ambiente /servicio	Nombre del equipo	Marca	Modelo	N° de serie
1	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICO	MINDRAY	MEC-1200	CC-09115152
2	UCI PEDIATRICA	BLENDER	MEDIN	1085_EASY	23141
3	UCI PEDIATRICA	UNIDAD DE CALENTAMIENTO	WARMTOUCH	NELLCOR	CL0210J362
4	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	10-09-1-032-1080 A1V
5	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	10-07-1-021-1080 A1V
6	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	10-09-1-041-1080 A1V
7	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR NEONATAL DE ALTA FRECUENCIA	SLE	SLE 5000	54667
8	UCI PEDIATRICA	BALANZA	HEALTH O METER	522KL	5220000589
9	UCI PEDIATRICA	ELECTROCARDIOGRAFO	MEDIANA	YM412I	MDO52101201259
10	UCI PEDIATRICA	EQUIPO DE ORGANOS DE LOS SENTIDOS	WELCH ALLYN	REF 727	NO DISPONIBLE
11	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE INDICE BIESPECTRAL BIS	COVDIEN	BIX X VISTA	VT32785
12	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES MULTIPARAMETRICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM5C147336
13	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES MULTIPARAMETRICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM5C147335
14	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES MULTIPARAMETRICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM5C147337
15	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM61147680
16	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM61147681
17	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM61147682
18	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM61147683
19	UCI PEDIATRICA	TENSIOMETRO ANEROIDE	WELCH ALLYN	CE 123	1164527
20	UCI PEDIATRICA	TERMOHIGROMETRO		HTC-2	160403648
21	UCI PEDIATRICA	TERMOHIGROMETRO	KEX GERMANY	SH-109	
22	UCI PEDIATRICA	ANALIZADOR PARA ELECTROLITOS Y GASES	ROCHE	COBAS B 221	9475
23	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	11-01-1-007-1080 A1V
24	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	11-01-1-001-1080 A1V
25	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR DE TRANSPORTE	NEWPORT MEDICAL	HT70	N11HT700510450
26	UCI PEDIATRICA	LARINGOSCOPIO	WELCH ALLYN	BABYMILLER	REF 60813
27	UCI PEDIATRICA	LARINGOSCOPIO	WELCH ALLYN	BABYMILLER	REF 60813
28	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	NEUMOVENT	TECME GRAPHNET	10-09-1-018-1080 A1V
29	UCI PEDIATRICA	BLENDER	BIOMED	2003 FL	BX1852397
30	UCI PEDIATRICA	HUMIDIFICADOR	FISHER & PAYKEL	MR850	180305349911
31	UCI PEDIATRICA	BLENDER	BIOMED	2003 FL	BX1852389
32	UCI PEDIATRICA	HUMIDIFICADOR	FISHER & PAYKEL	MR850	180305349910
33	UCI PEDIATRICA	BLENDER	BIOMED	2003 FL	BX1852388
34	UCI PEDIATRICA	HUMIDIFICADOR	FISHER & PAYKEL	MR850	180305349914
35	UCI PEDIATRICA	HUMIDIFICADOR	FISHER & PAYKEL	MR850	180305349904
36	UCI PEDIATRICA	BLENDER	BIOMED	2003 FL	BX1853562
37	UCI PEDIATRICA	DEFIBRILADOR	MINDRAY	BENEHEART D3	EZ85005732
38	UCI PEDIATRICA	HUMIDIFICADOR	FISHER & PAYKEL	MR850	180409352903
39	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES MULTIPARAMETRICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM-74153605
40	UCI PEDIATRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES MULTIPARAMETRICO	MINDRAY	BENE VIEW T5	CM-74153604
41	UCI PEDIATRICA	EQUIPO DE SUMINISTRO DE ÓXIDO NÍTRICO	IKARIA	INOMAX DSIR	DE20130017
42	UCI PEDIATRICA	HUMIDIFICADOR	FISHER & PAYKEL	MR850	130820189470
43	UCI PEDIATRICA	HUMIDIFICADOR	FISHER & PAYKEL	MR850	160816189255
44	UCI PEDIATRICA	HUMIDIFICADOR	FISHER & PAYKEL	MR850	130816189258
45	UCI PEDIATRICA	TERMOMETRO	DIGITAL THERMOMETER	NR	UCIP 1
46	UCI PEDIATRICA	EQUIPO DE SUMINISTRO DE ÓXIDO NÍTRICO	IKARIA	INOMAX DSIR	CCCJ00448
47	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	HAMILTON MEDICAL	G5	5123

Fuente: Elaboración propia

48	UCI PEDIATRICA	ASPIRADOR	THOMAS MEDI-PUM	1635	0 3170000908
49	UCI PEDIATRICA	UNIDAD DE CALENTAMIENTO	WARM TOUCH NELL	WT 6000	SP19050165
50	UCI PEDIATRICA	ANALIZADOR PARA ELECTROLITOS Y GASES	ROCHE	COBAS B 123	41241
51	UCI PEDIATRICA	VIDEOLARINGOSCOPIO	KING VISION	ABLADE	C12016A308502
52	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	AMVEX	C2A	VRA07702IJ
53	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	AMVEX	C2A	VRA05176EK
54	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	AMVEX	C2A	VRA06352IK
55	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	AMVEX	C2A	VRA09023BN
56	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	VACUSILL 2 HV	5351000	43716-0159
57	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	AMVEX	C2A	7000432
58	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	VACUSILL 2 HV	5351000	48716-0160
59	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	MINDRAY	SV300	GB-06023820
60	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	MINDRAY	SV300	GB-06023821
61	UCI PEDIATRICA	VENTILADOR MECANICO	MINDRAY	SV300	GB-06023822
62	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	AMVEX	C2A	C2A7000436
63	UCI PEDIATRICA	REGULADOR DE VACIO	AMVEX	C2A	C2A7000430

Fuente: Elaboración propia

### Interfaz del plan de mantenimiento anual

En esta interfaz se construyó una herramienta para complementar el desarrollo de nuestra aplicación ya que era necesario crear un ambiente en el cual el encargado del plan de mantenimiento anual (Ingeniero clínico - IC) del HSLV sea el encargado de adicionar equipos nuevos con sus respectivas características como: serie, modelo, Marca y su estado activo, a su vez también esta herramienta le permitirá asignar los equipos, la periodicidad de los mantenimientos y el servicios a cada uno de los ingenieros que se encuentren dentro del plan de mantenimiento anual, esta interfaz también permite observar el resultado final de cada uno de los protocolo diligenciados y finalmente una vez el IC haya leído y comprobado que todo está bien este dará su recibido y se finaliza todo el proceso.

Figura 30. Interfaz del plan de mantenimiento anual

Fuente: Elaboración propia

Esta segunda interfaz se concibe originalmente como una hoja denominada "insertar", desde la cual se generan todas las demás hojas correspondientes a cada uno de los instrumentos para el plan de mantenimiento. En esta interfaz se implementa un desarrollo de código sobre la herramienta Google App Script:

Figura 31. Editor de secuencia de comandos

```
function aspirador() {
  var conn = Jdbc.getConnection(url, username, password);
  var stmt = conn.createStatement();
  var actual = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getActiveSheet().getName();
  Logger.log(actual);
  var results = stmt.executeQuery('SELECT * from ' + actual + ' WHERE 1');
  var numCols = results.getMetaData().getColumnCount();
  var arr = [];
  while (results.next()) {
    for (var col = 0; col < numCols; col++) {
      arr.push(results.getString(col + 1));
    }
  }
  Logger.log(arr);

  var spreadsheet = SpreadsheetApp.getActive();

  var servicio = [
    [
      arr[93]
    ]
  ];
  SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getRange('K7').setValues(servicio);

  var marca = [
    [
      arr[4]
    ]
  ];
  SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getRange('K10').setValues(marca);

  var serie = [
    [
      arr[5]
    ]
  ];
}
```

Fuente: Elaboración propia

En este editor de secuencia de comandos se implementa la lógica necesaria para crear una hoja con el protocolo de mantenimiento de cada uno de los instrumentos biomédicos que conformarán el plan de mantenimiento anual. A través de menús desplegables se selecciona: la plantilla de protocolo, El mes definido para su ejecución y el responsable encargado. También

se diligencian los campos correspondientes al serial, modelo, marca, inventario/activo, cargo, servicio y periodicidad. Estos campos se diligencian a partir de la hoja de vida del instrumento:

Figura 32. Instrumento

The screenshot shows a web application interface for inserting a protocol. The interface is titled "INSERTAR PROTOCOLO" and features a central form with several input fields. A dropdown menu is open, showing a list of instrument types including "Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico". The form includes fields for "Seleccione una plantilla", "Serial", "Modelo", "Marca", "Inv/Act", "Mes asignado", "Encargado", "Cargo", "Servicio", and "Periodicidad". A green "INSERTAR" button is located at the bottom right of the form area.

Fuente: Elaboración propia

The screenshot shows the same web application interface, but with the form fields filled out. The "Serial" field contains "CC-09115152". The "Mes asignado" dropdown is open, showing a list of months from "Enero" to "Diciembre". The "Encargado" field contains "Felipe Rodriguez". The "Periodicidad" field is empty. The "INSERTAR" button is still visible at the bottom right.

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Una vez terminado el diligenciamiento del formulario se presiona el botón "insertar" con lo cual se disparan cinco eventos:

1. Se crea una hoja como copia de la plantilla del protocolo de ese instrumento y nombrada con el número de serie del mismo al final del libro.

Figura 33. Formulario

Fuente: Elaboración propia

podemos observar el protocolo de mantenimiento preventivo de un equipo biomédico donde se verá reflejado la recolección de información final por parte del operario una vez esta sea descargada sobre esta hoja de cálculo el IC será el encargado de verificar la información, y finalmente terminaron este proceso.




Figura 34. Protocolos

Protocolos ☆ 📁 📄

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda La última modificación la realizó Juan Manu...

100% \$ % .0 .00 123 Calibri 10 B I S A

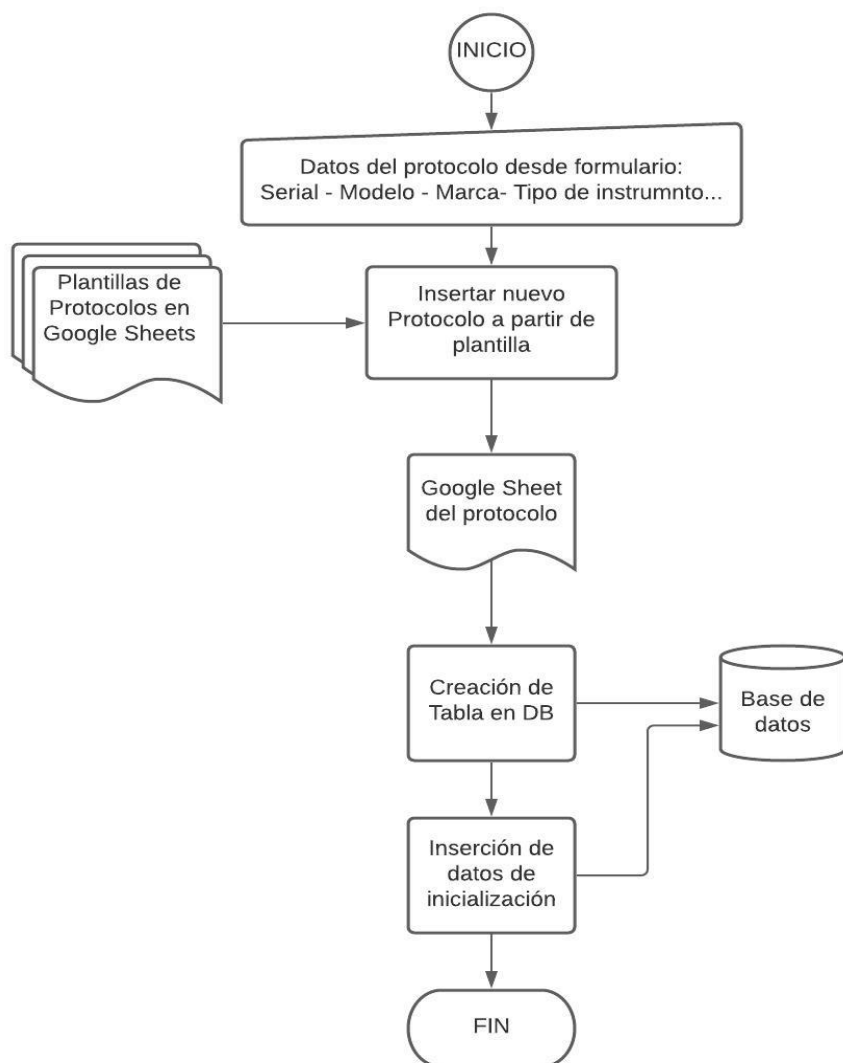
fx

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
				<b>HOSPITAL SUSANA LÓPEZ DE VALENCIA E.S.E.</b>											
<b>REPORTE DE SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>															
<b>IDENTIFICACIÓN DEL PROTOCOLO:</b>				SLV- SM – 02 – F01				<b>CÓDIGO DEL EQUIPO:</b>							
<b>CÓDIGO DEL PRESTADOR:</b>				NIT. 891501676-1				<b>SERVICIO:</b>							
<b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>		ES UN DISPOSITIVO QUE PERMITE DETECTAR, PROCESAR Y DESPLEGAR EN FORMA CONTINUA LOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DEL PACIENTE. CONSTA ADEMÁS DE UN SISTEMA DE ALARMAS QUE ALERTAN CUANDO EXISTE ALGUNA SITUACIÓN ADVERSA								<b>UBICACIÓN:</b>					
<b>NOMBRE:</b>		MONITOR DE SIGNOS VITALES								<b>MARCA:</b>					
<b>MODELO:</b>										<b>SERIE:</b>					
<b>CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA:</b>				EQUIPO DE DIAGNÓSTICO				<b>INV/ACTIVO:</b>							
<b>FRECUENCIA:</b>				TRIMESTRAL				<b>CLASIFICACIÓN DEL RIESGO:</b>							
<b>FRECUENCIA:</b>				TRIMESTRAL				<b>TIEMPO ESTIMADO:</b>							
<b>PROCEDIMIENTOS</b>															
<b>FRECUENCIA: TRIMESTRAL</b>															
<b>LISTA DE CHEQUEO</b>				<b>I</b>				<b>II</b>				<b>III</b>			
Fecha de Mantenimiento (DD/MM/AA)				DD/MM/AA				DD/MM/AA				DD/MM/AA			

Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico\_CM61147683 Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico\_CC-09115152

Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Diagrama de flujo simplificado de la inserción de un protocolo en Google App Sheets



Este diagrama de flujo simplificado sintetiza la forma en la que se crean nuevos protocolos por inserción en la interfaz de Google Sheets .

2. Se crea una tabla en la base de datos de MySQL con el mismo nombre de la hoja en el libro.

Figura 36. Base de datos de MySQL

```
switch (name[0][0]) {
  case "Aspirador":
    stmt.execute('CREATE TABLE ' + finalname + '(id INT(11) PRIMARY KEY, fecha01 DATE, fecha02 DATE, fecha03 DATE, marca TEXT, serie TEXT,
    inv_act TEXT, modelo TEXT, t_est TEXT, vbs01A TEXT, vbs02A TEXT, vbs01B TEXT, vbs02B TEXT, vbs01C TEXT, vbs02C TEXT, vef01A TEXT, vef02A TEXT,
    vef03A TEXT, vef04A TEXT, vef05A TEXT, vef06A TEXT, vef07A TEXT, vef08A TEXT, vef09A TEXT, vef10A TEXT, vef11A TEXT, vef12A TEXT,
    vef13A TEXT, vef01B TEXT, vef02B TEXT, vef03B TEXT, vef04B TEXT, vef05B TEXT, vef06B TEXT, vef07B TEXT, vef08B TEXT, vef09B TEXT, vef10B
    TEXT, vef11B TEXT, vef12B TEXT, vef13B TEXT, vef01C TEXT, vef02C TEXT, vef03C TEXT, vef04C TEXT, vef05C TEXT, vef06C TEXT, vef07C TEXT,
    vef08C TEXT, vef09C TEXT, vef10C TEXT, vef11C TEXT, vef12C TEXT, vef13C TEXT, m01A TEXT, m02A TEXT, m03A TEXT, m04A TEXT, m05A TEXT,
    m01B TEXT, m02B TEXT, m03B TEXT, m04B TEXT, m05B TEXT, m01C TEXT, m02C TEXT, m03C TEXT, m04C TEXT, m05C TEXT, i01A TEXT, i02A TEXT,
    i03A TEXT, i04A TEXT, i01B TEXT, i02B TEXT, i03B TEXT, i04B TEXT, i01C TEXT, i02C TEXT, i03C TEXT, i04C TEXT, r01A TEXT, r02A TEXT,
    r03A TEXT, r01B TEXT, r02B TEXT, r03B TEXT, r01C TEXT, r02C TEXT, r03C TEXT, obsA TEXT, obsB TEXT, obsC TEXT, servicio TEXT, mes_asignado
    TEXT, encargado TEXT, cargo TEXT, firmado1 TEXT, firmado2 TEXT, firmado3 TEXT)');
```

Fuente: Elaboración propia

3. Se ejecuta una consulta para insertar la información correspondiente a la información del equipo capturada en el formulario.

Figura 37. Consulta

```
var sql2 = "INSERT INTO " + finalname + "(id, serie, modelo, marca, inv_act, servicio, mes_asignado, encargado, cargo, t_est, firmado1,
firmado2, firmado3) VALUES ('0', '" + serial + "', '" + modelo + "', '" + marca + "', '" + inv_act + "', '" + servicio + "', '" + mes_asignado +
"', '" + encargado + "', '" + cargo + "', '" + t_est + "', 'NO', 'NO', 'NO')";
stmt.executeUpdate(sql2, 1);
```

Fuente: Elaboración propia

4. Se ejecuta una consulta para insertar el instrumento, el encargado, mes de inicio, periodicidad, así como un nuevo registro de la tabla denominada "INSTRUMENTOS" en la base de datos de MySQL.

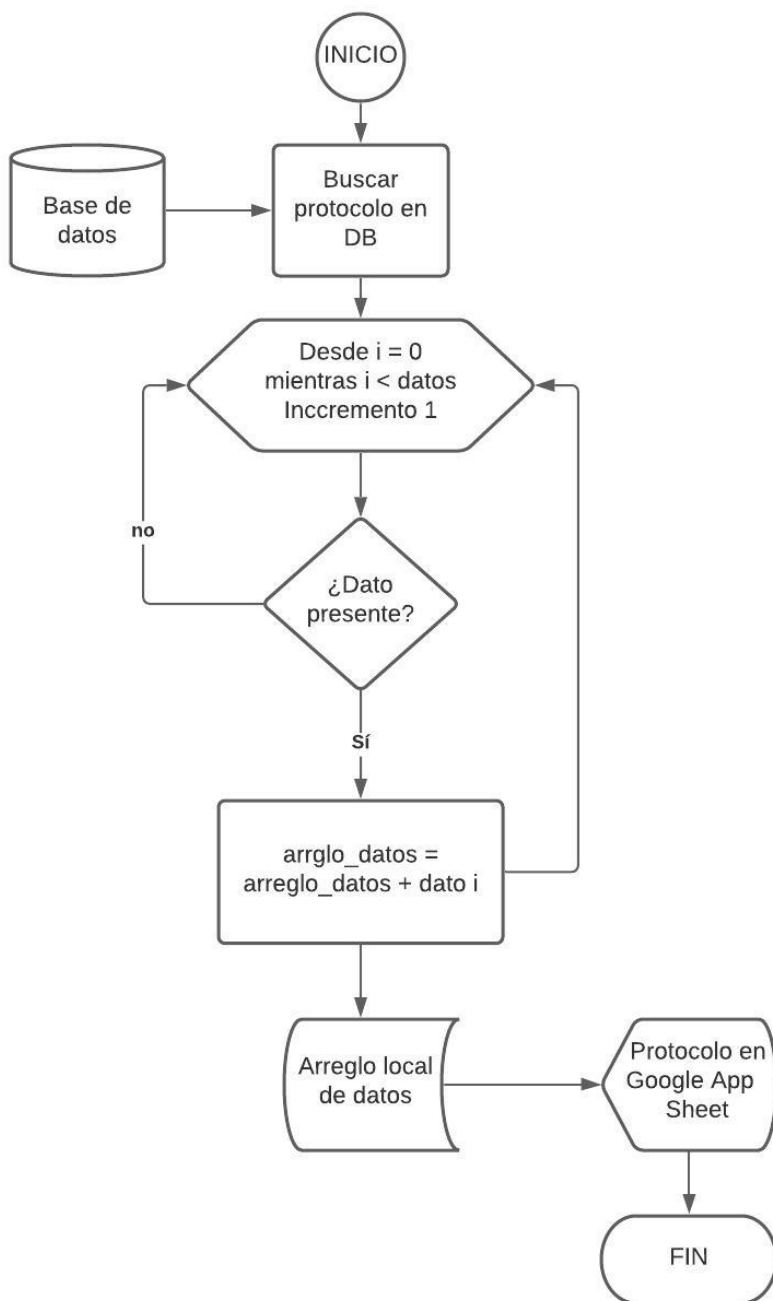
Figura 38. Instrumento

```
var sql3 = "INSERT INTO INSTRUMENTOS (instrumento, encargado, mes, frecuencia) VALUES ('" + finalname + "', '" + encargado + "', '" +
mes_asignado + "', '" + t_est + "')";
stmt.executeUpdate(sql3, 1);
break;
```

Fuente: Elaboración propia

5. Se asignan las direcciones de las celdas a los campos correspondientes dentro de la tabla del instrumento en la base de datos de MySQL.

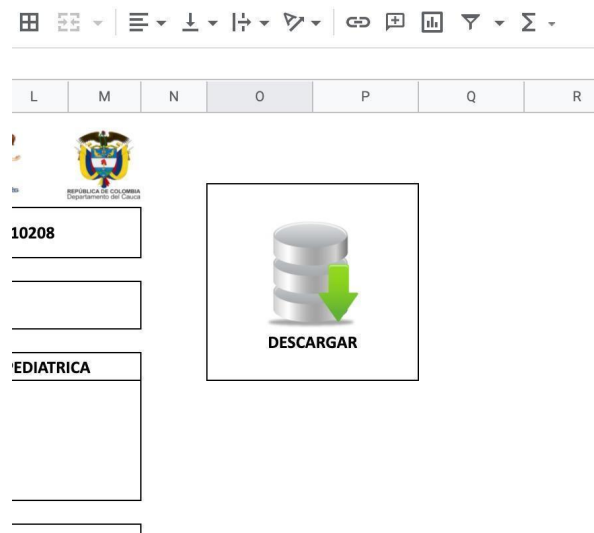
Figura 39. diagrama de flujo simplificado del proceso de consulta de un protocolo desde la base de MySQL sobre la interfaz de Google App Sheets



Fuente: Elaboración propia

Dentro de cada una de las plantillas asignadas se ha puesto un botón asociado a un fragmento de código que realiza una consulta sobre la base de datos del instrumento y descarga la información al protocolo del instrumento.

Figura 40. Botón asociado a un fragmento de código que realiza una consulta



Fuente: Elaboración propia

La información consignada en el protocolo podrá ser borrada o alterada en cualquier momento pero al ejecutar este comando se descarga la información consignada en la base de datos de MySQL la cual solo puede ser modificada desde la aplicación móvil. La ejecución de este comando es obligatoria antes de la ejecución de cualquier proceso de firma.

En la parte inferior del protocolo se encuentra el espacio acondicionado para el proceso de firma, el cual tiene 4 responsables:

1. Operario, quien firma al entregar el documento.
2. Quien recibe y firma la recepción del documento.
3. Quien revisa y firma el documento.
4. Quién avala, firma el documento y cierra el protocolo.

En la implementación desarrollada sobre las hojas de cálculo de Google, el proceso de entrega desde la aplicación móvil constituye la primera firma correspondiente al ingeniero biomédico encargado del mantenimiento (operario) y se disponen tres botones correspondientes a la firma

de cada uno de los tres siguientes roles: enfermero jefe de turno, ingeniero clínico, ingeniero clínico que deberán de ejecutarse en estricto orden para poder finalizar con el proceso:

Figura 41. Protocolos

Protocolos															
Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda Última modificación hace 24 minutos															
100% \$ % .0 .00 123 Calibri 10 B I U A															
A1	fx														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
173		TRIMESTRAL													
174		I	II	III	IV										
175		QUIEN REALIZA													
176	FIRMA		Oswaldo Angulo												
177	NOMBRE		Oswaldo Angulo												
178	CARGO		INGENIERO CLÍNICO												
179	FECHA		6/1/2021												
180		RECIBIDO A SATISFACCION													
181	FIRMA														
182	NOMBRE		diana												
183	CARGO		enfermera jefe												
184	FECHA														
185		RECIBIDO A SATISFACCION													
186	FIRMA		Fulano de Tal												
187	NOMBRE		Fulano de Tal												
188	CARGO		Ingeniero de Tal												
189	FECHA		06/01/2021												
190	Vo.Bo Profesional mantenimiento	✓	✓	✓	✓										
191		RECIBIDO A SATISFACCION													
192	FIRMA		Sutano de Tal												
193	NOMBRE		Sutano de Tal												
194	CARGO		Ingeniero de Tal												
195	FECHA		06/01/2021												
196	Vo.Bo Profesional mantenimiento	✓	✓	✓	✓										
197		RECIBIDO A SATISFACCION													
198	FIRMA														
199	NOMBRE														
200	CARGO														
201	FECHA														
202	Vo.Bo Profesional mantenimiento	✓	✓	✓	✓										

Fuente: Elaboración propia

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del desarrollo de la aplicación móvil la cual fue implementada y validada en el Hospital Susana López de Valencia de la ciudad de Popayán.

## 6.5 Análisis de resultados

Con el fin de cuantificar el impacto y la experiencia del usuario se llevó a cabo un conjunto de pruebas de campo desarrolladas por cuatro ingenieros biomédicos que trabajan en ambientes hospitalarios y se les realizó una encuesta como instrumento de recolección de información .

Para la ejecución de este diseño experimental se tomó como punto de partida un proceso de capacitación del personal encargado del mantenimiento de los equipos biomédicos tanto del HSLV como entidades externas que participaron en el proceso de validación.

Figura 42. Capacitación personal HSLV

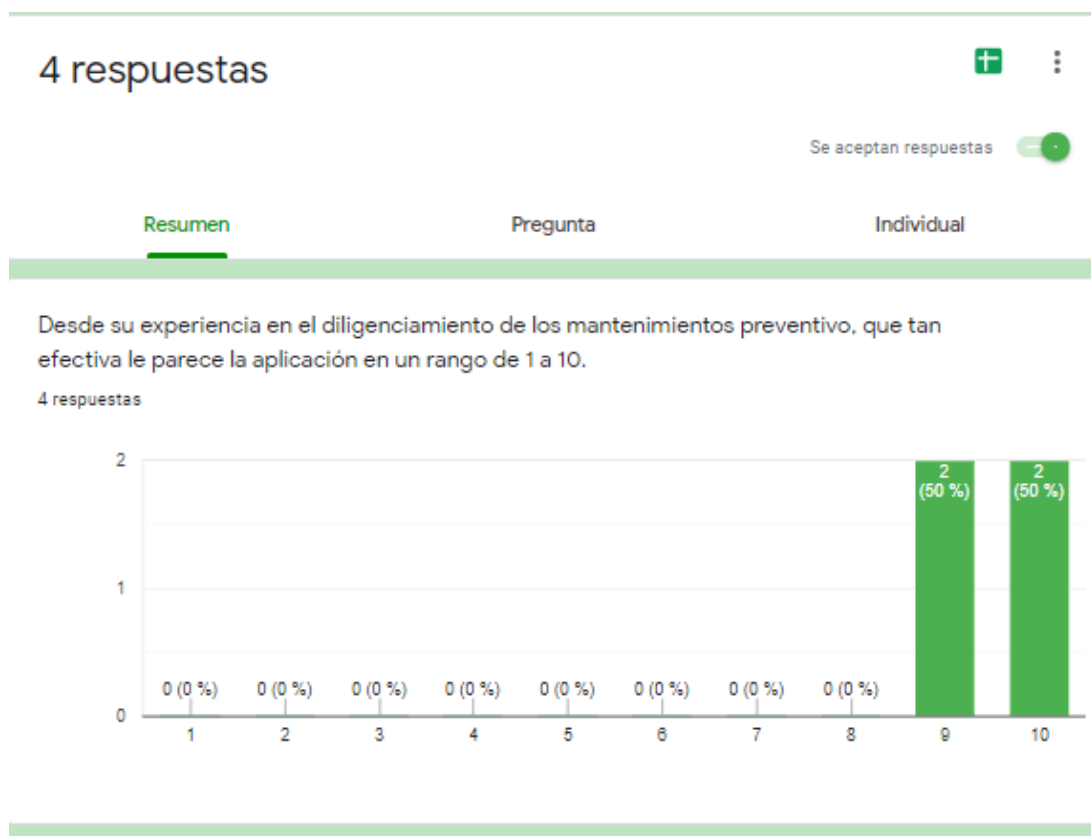


Fuente: Elaboración propia



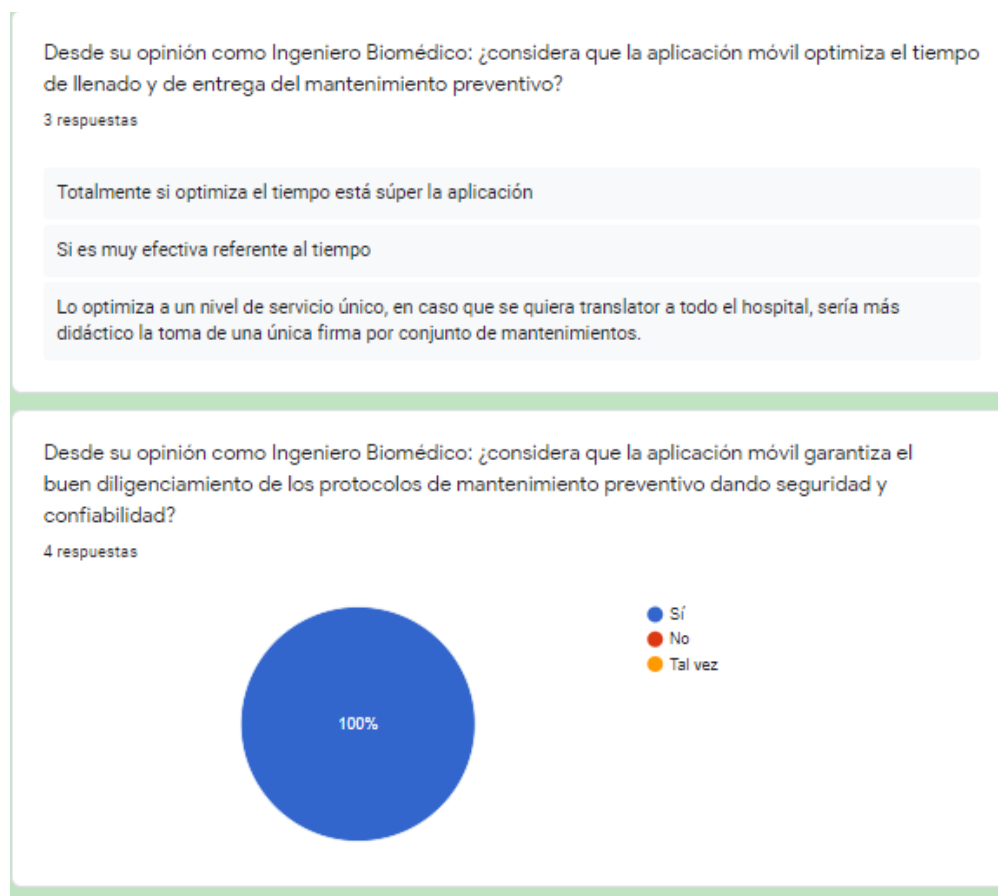
## 6.5.1 Resultados encuesta

Figura 43. Resultados encuesta



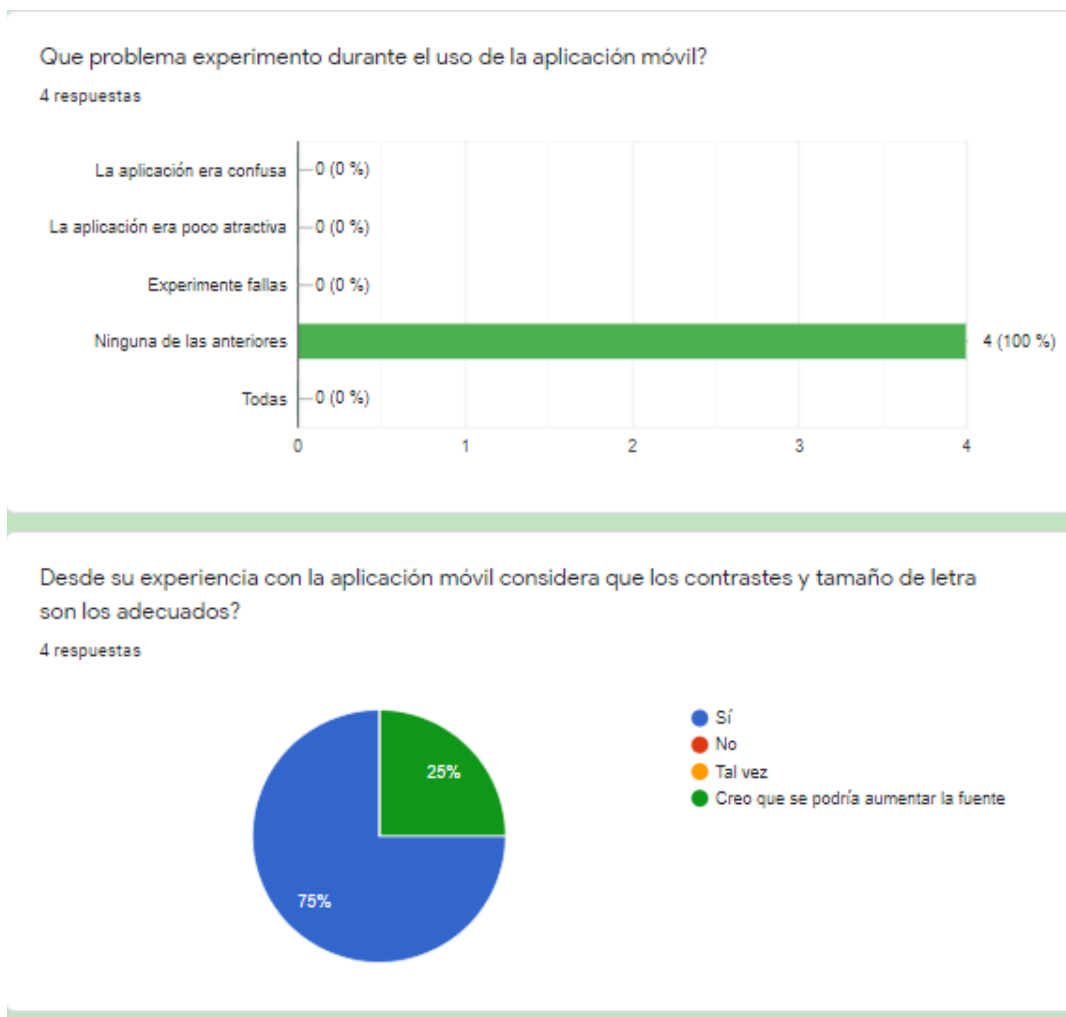
Fuente: Elaboración propia

Figura 44. Resultados encuesta



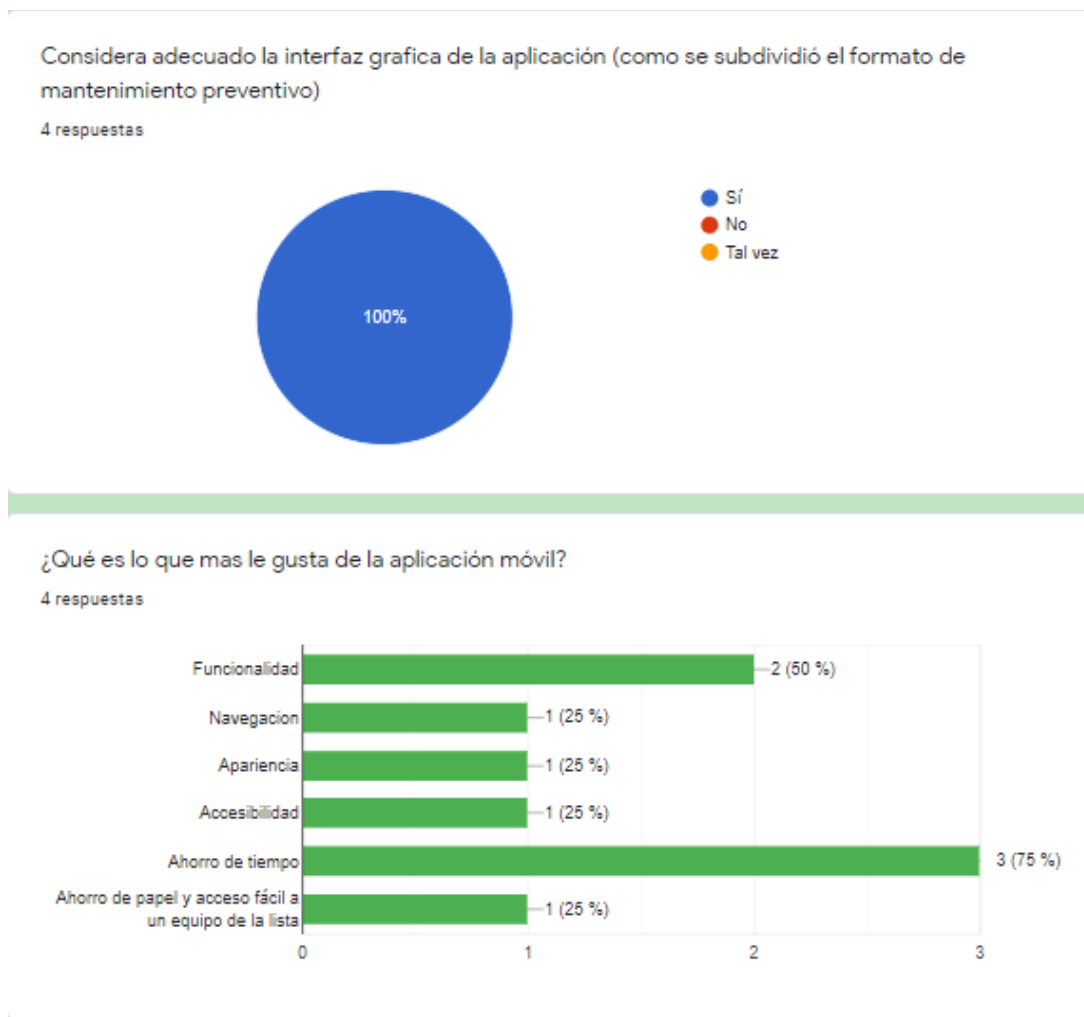
Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Resultados encuesta



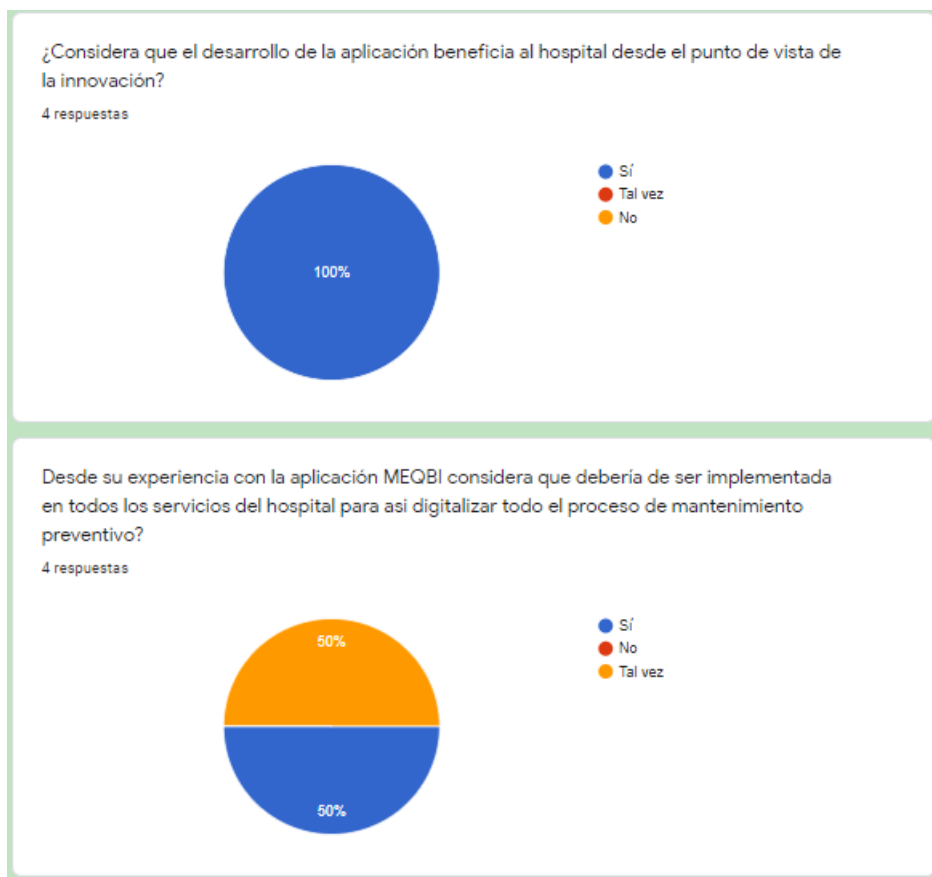
Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Resultados encuesta



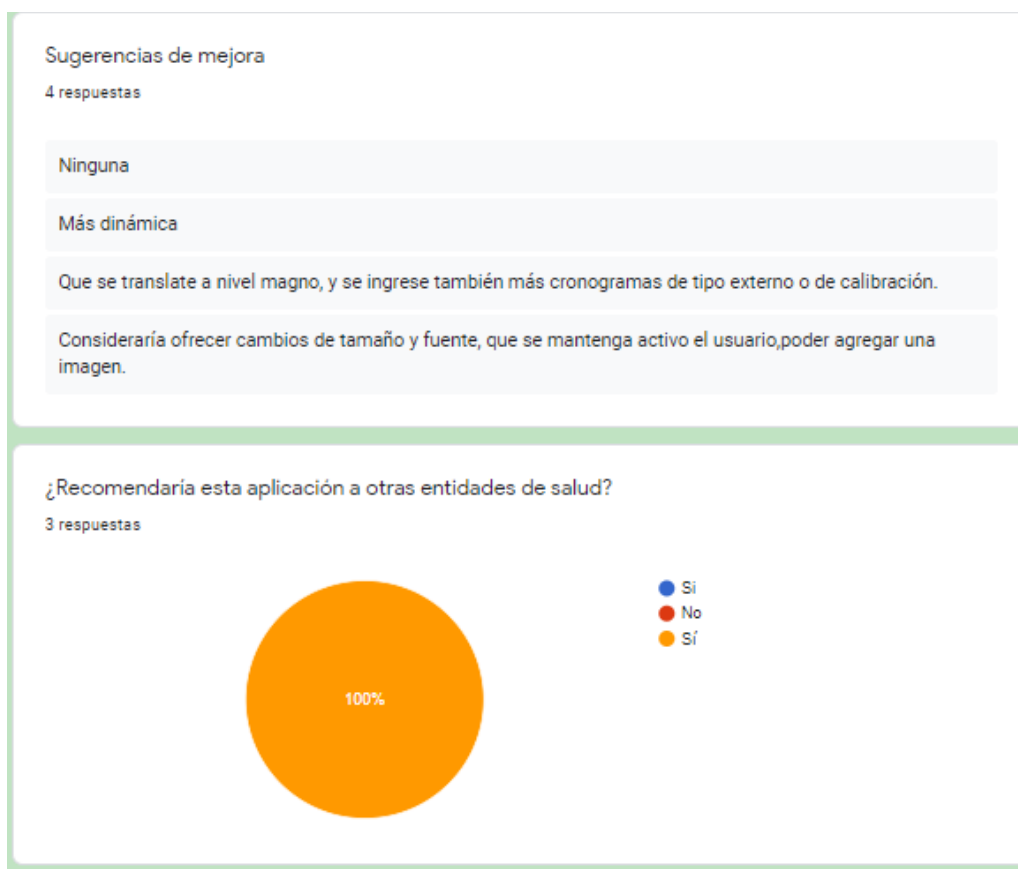
Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Resultados encuesta



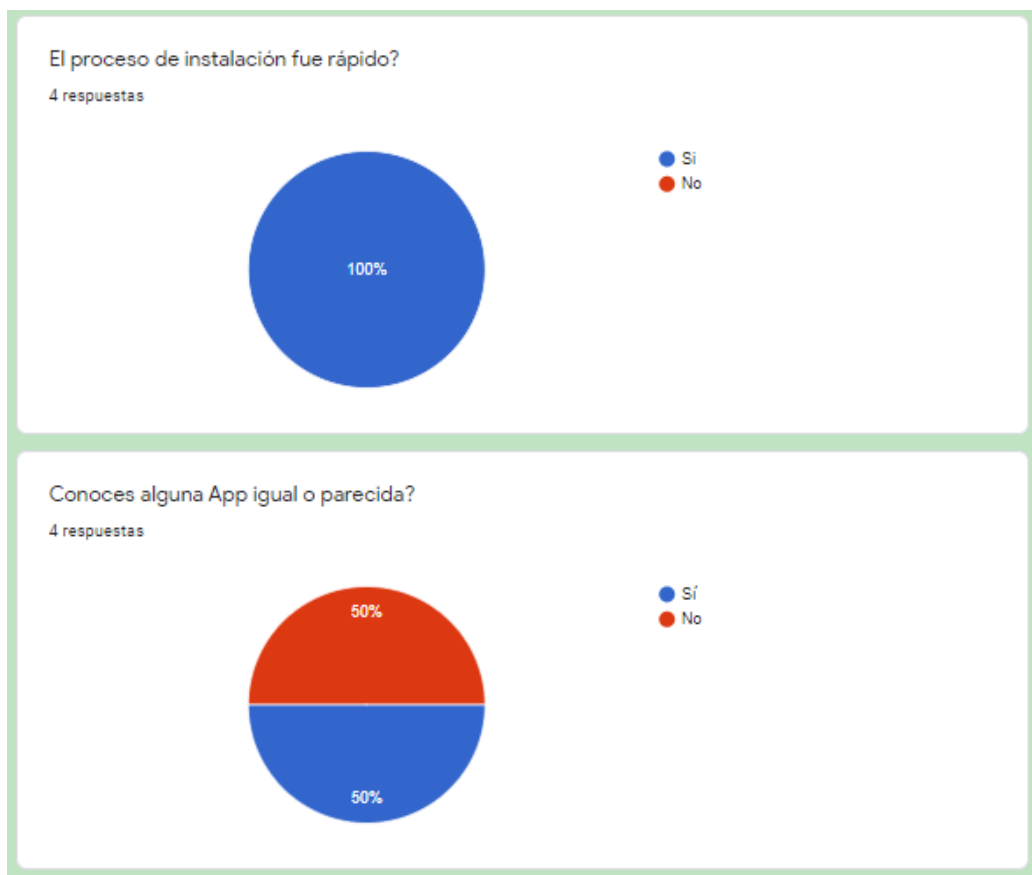
Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Resultados encuesta



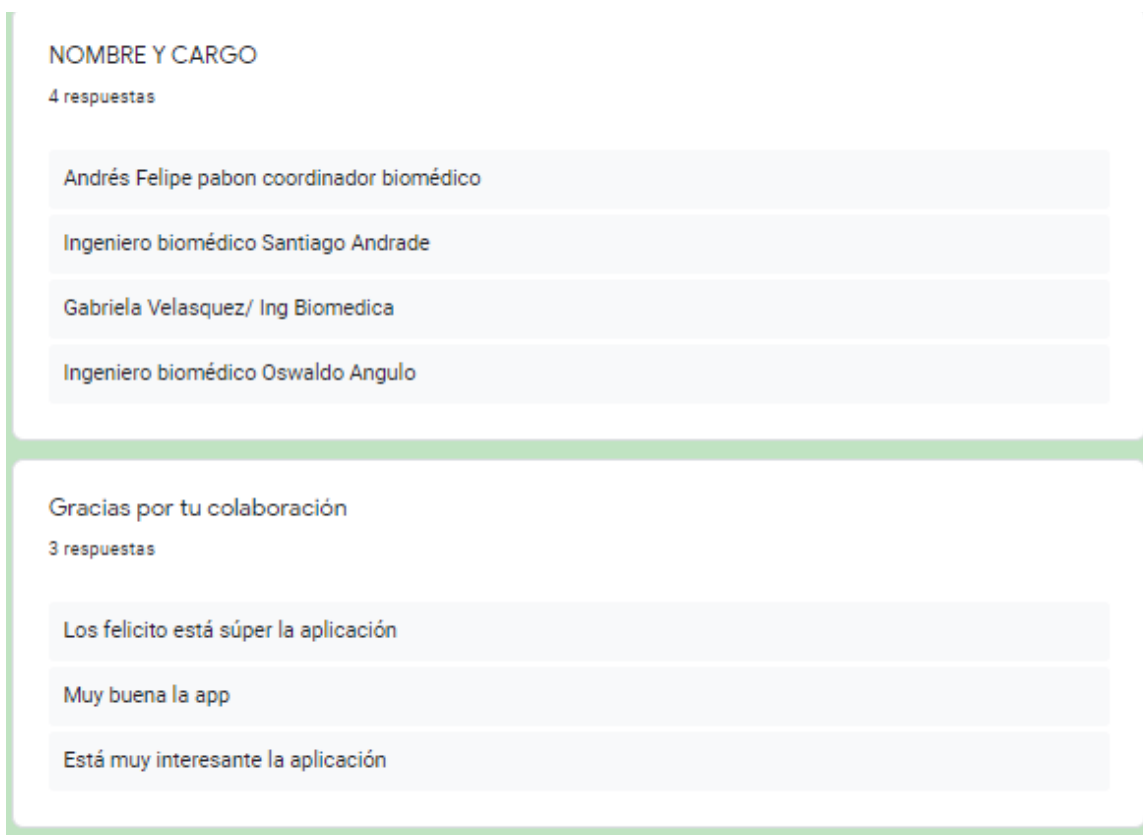
Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Resultados encuesta



Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Resultados encuesta




Fuente: Elaboración propia

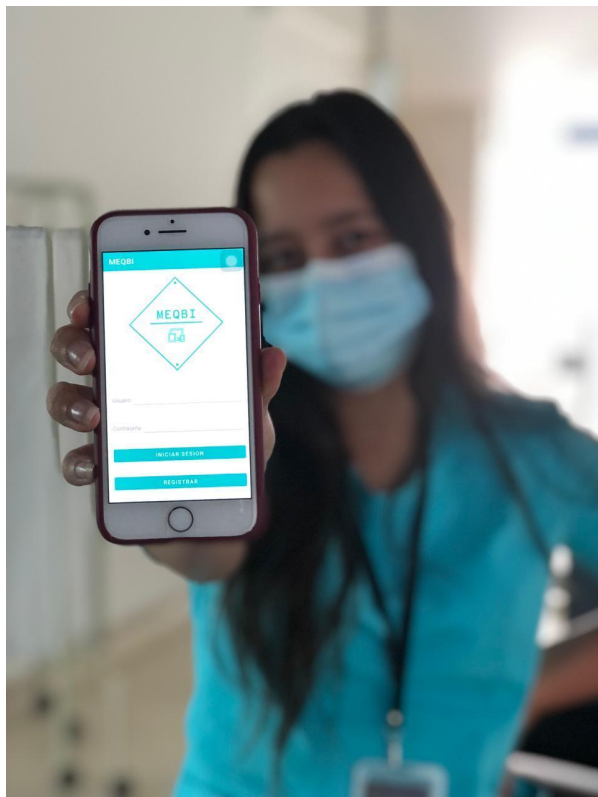


Finalmente, gracias a la realización de esta encuesta podemos establecer algunas mejoras que fueron necesarias para realizar algunos cambios en la aplicación de igual forma saber cuál fue el grado de satisfacción en su experiencia con la aplicación móvil.

En la siguiente tabla se explica el paso a paso

Tabla 20. Experiencia con la aplicación móvil

	<p>Andrés Felipe Pabón coordinador biomédico.</p> <p>El proceso que se realizó con el ingeniero andrés fue el de enseñarle el funcionamiento de la App móvil y de su instalación a través de videos explicativos del manejo de la aplicación, de manera seguida se le envía la apk para que pueda instalarla en su teléfono y así comprobar el funcionamiento , una vez el ingeniero andrés realiza el ejercicio de diligenciar uno de los protocolos mantenimiento preventivo de uno de los equipos habilitados procedimos a verificar que toda la información que se había diligenciado fuera guardada y visualizada en nuestra interfaz de escritorio, en lo que se procede a enviarle el video donde se muestra como se cargaron los datos de lo que él diligencia en la app móvil. Teniendo como resultado gran satisfacción por parte del ingeniero y ofreciéndonos una propuesta de negocio.</p>
--	---



### **Gabriela Velasquez Ingeniera Biomedica**

El proceso que se realizó con la ingeniera Gabriela fue el de enseñarle el funcionamiento de la App móvil y de su instalación por medio de una videollamada donde se le iba explicando el paso a paso de sus componentes, al terminar la reunión se le pasa la apk para que así la descargue y pueda revisar y realizar uno de los protocolos de mantenimiento diligenciando ella uno de ellas, al informarnos de que ya había realizado un protocolo se le envía un video de como toda la información que ella diligencio se carga en la interfaz gráfica. teniendo como resultado gran satisfacción por parte del ingeniero y expuesto así en la encuesta de satisfacción.



### **Oswaldo Angulo Ingeniero biomédico**

El proceso que se realizó con el ingeniero Oswaldo fue el de enseñarle el funcionamiento de la App móvil y de su instalación de manera presencial ya que el ingeniero es el encargado directamente del servicio de UCIP del HSLV, como primero procedemos a darle una breve descripción del funcionamiento de la App móvil y de la interfaz de escritorio mostrando ejemplos de cómo diligenciar cada protocolo en la App móvil y como cargarlos en la interfaz de escritorio, segundo pasamos a descargar la App en su teléfono móvil para que sea él quien realice el mantenimiento, nos dirigimos al servicio de UCIP para realizar el protocolo manual y seguido el digital calificando así su efectividad, al terminar el protocolo pasamos a verificar que toda la información diligenciada desde la aplicación móvil fuera guardada y así procedimos a revisar en la interfaz de escritorio teniendo como resultado una gran acogida por parte del HSLV.

**Santiago Andrade Ingeniero biomédico**

El proceso que se realizó con el ingeniero Santiago fue el de enseñarle el funcionamiento de la App móvil y de su instalación a través de videos explicativos del manejo de la aplicación y del porqué se realizaron estas aplicaciones, de manera seguida se le envía la apk para que pueda instalarla en su teléfono y así comprobar el funcionamiento , una vez el ingeniero Santiago realiza el ejercicio de diligenciar uno de los protocolos mantenimiento preventivo de uno de los equipos habilitados procedemos a verificar que toda la información que se diligencio haya sido guardada y así poder visualizarla en nuestra interfaz de escritorio, en lo que se procede a enviarle el video donde se muestra como se cargaron los datos de lo que él diligencia en la app móvil. Teniendo como resultado gran satisfacción por parte del ingeniero visto así en la encuesta.

## 7 Conclusiones y recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

Se logró desarrollar un diseño conceptual para la construcción de la aplicación móvil que recogió de manera robusta la totalidad de los requerimientos planteados por el personal de la UCIP del HSLV. El diseño concebido permite proyectar el alcance del mantenimiento preventivo de equipos biomédicos en un mediano plazo hacia todas las demás dependencias del HSLV.

Se logró el desarrollo de una plataforma software 100% funcional, eficiente y efectiva para el apoyo al proceso de documentación de los protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del HSLV. Con una arquitectura basada en la nube y accedida a través de una aplicación móvil amigable e intuitiva para los operarios; y una interfaz de escritorio simple y escalable para los administrativos del área de ingeniería biomédica que avalan los protocolos.

En la operación de la aplicación móvil MEQBI y la interfaz de escritorio se encontró buena acogida y aceptación por parte del área de ingeniería biomédica del HSLV como se evidencia en las encuestas de satisfacción realizadas. Aunque surgieron algunas modificaciones más de forma que de fondo, se logró dar respuesta y solución a cada una de ellas para realizar una entrega final a entera satisfacción. Las pruebas realizadas por los operarios encargados sobre el sistema desarrollado, evidencian que el sistema permite reducir significativamente los tiempos de documentación de los protocolos y facilita el seguimiento y control de los mismos.

En cuanto a la implementación digital de los formatos “Protocolos de mantenimiento” y “Plan anual de mantenimiento” tomando en cuenta la opinión de los Ingenieros Biomédicos, quienes son los principales usuarios de la aplicación MEQBI, se concluye que gracias a esta herramienta se optimizaran en tiempo y recursos físicos los procesos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos del área UCIP del HSLV.

Finalmente, las pruebas de usabilidad y experiencia de usuario permitieron identificar un impacto positivo del proyecto desarrollado en el personal encargado del mantenimiento de los equipos biomédicos. A través de las pruebas con el personal de ingeniería biomédica, se comprobó que al utilizar “MEQBI” es más ágil el proceso de diligenciamiento de los protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos dentro del servicio de UCIP. Por parte del personal asistencial y del equipo de soporte biomédico se recibieron sugerencias encaminadas a los trabajos futuros que benefician en gran medida a quienes empleen correctamente la aplicación móvil.

a partir de la encuesta realizada y la experiencia de los usuarios que trabajaron con la aplicación móvil se concluye que el mayor impacto percibido es el de la reducción en los tiempos de los protocolos de mantenimiento.ejecución.

## 7.2 Recomendaciones

Dentro del proceso de desarrollo, una de las principales barreras para la construcción de la plataforma, se encontró en la falta de estandarización que existe entre las plantillas de mantenimiento de los protocolos de los diferentes equipos biomédicos. Es por esta razón que en aras de la escalabilidad e implementación de la solución a las demás áreas del HSLV, se recomienda la estandarización de las plantillas en un formato único para los protocolos de mantenimiento preventivo.

El desarrollo de MEQBI se basó en el plan de mantenimiento anual suministrado por HSLV específicamente para el área de UCIP. Por lo tanto, si la institución realiza modificaciones a su plan anual, será necesario hacer modificaciones dentro del código de la aplicación.

Gracias a la arquitectura empleada y al diseño sobre el que se construyó, la aplicación móvil MEQBI podrá escalarse fácilmente e implementarse en todos los servicios que presta el Hospital Susana López de Valencia así digitalizará todo el proceso de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los equipos biomédicos de todo el hospital.

## Bibliografía

Cardona Echeverry, John Jairo. (2019). *Diseño e implementación de una solución tecnológica para la gestión administrativa de equipos biomedicos en Instituciones Prestadoras de Salud con niveles de atención I y II*. Trabajo de grado de Pregrado en Ingeniería de Sistemas y Computación. Santiago de Cali: Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana. Pág. 93

Castro Gutiérrez, Vanina Suhail y Maza Anton, Gina Lizbeth. (2010). *Desarrollo del sistema de información académico del Instituto Superior Tecnológico Manuel Yarleque Espinoza de Catacaos, utilizando la Metodología UML*. Disponible en Internet: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2010b/683/Metodologia%20para%20el%20desarrollo%20del%20sistema.htm>

Concepto. (2021). *Base de datos*. Disponible en: <https://concepto.de/base-de-datos/>

Fractal. (2021). *Gestión de Activos Físicos*. Disponible en: <https://www.fractal.com/>

Giovanni Gismondi. (2010). *Ingeniería biomédica*. En Revista Ciencia y Cultura Scielo. ISSN 2077-3323. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-33232010000100007](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33232010000100007)

Gómez Bastar, Sergio. (2012). *Metodología de la investigación*. Estado de México: Red Tercer Milenio. Pág.88

Hospital General de Medellín Luz Castro Gutiérrez E.S.E. oficina de auditoría interna. (2018). *Informe Final Auditoría Proceso de Gestión de equipos biomédicos, industriales y de soporte asistencial*. Medellín. Pág. 21.

Hospital Susana López de Valencia E.S.E. (2020). *Plataforma estratégica*. Disponible en: <https://www.hosusana.gov.co/plataforma-estrategica>

ICONTEC. (2020). *Instituciones prestadoras de servicios de salud acreditadas*. Disponible en:  
<https://www.acreditacionensalud.org.co/wp-content/uploads/2020/07/IPSacreditadas.pdf>

INVIMA. (2013). *ABC de dispositivos médicos*. Disponible en:  
[https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc\\_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274](https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274)

Ministerio de Salud y Protección Social. (2021). *Medicamentos y tecnologías en salud*.  
Disponible  
<https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/home-medicamentos-y-tecnologias.aspx#:~:text=Las%20tecnolog%C3%ADas%20en%20salud%20de,de%20cuidado%20a%20largo%20plazo.>

Ministerio De Salud Y Protección Social. (25 noviembre de 2019) Resolución 3100. *Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud*. Bogotá D.C. Disponible en:  
[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%203100%20de%202019.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%203100%20de%202019.pdf)

Ministerio De Salud Y Protección Social. (26 de Diciembre de 2005) Decreto 4725. *Por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano*. Bogotá D.C. Disponible en:  
[https://ids.gov.co/web/2020/MEDICAMENTOS/Decreto\\_4725\\_2005-Dispositivos%20M%C3%A9dicos.pdf](https://ids.gov.co/web/2020/MEDICAMENTOS/Decreto_4725_2005-Dispositivos%20M%C3%A9dicos.pdf)

Ministerio De Salud Y Protección Social. (28 de Mayo de 2014) Resolución 2003. *Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud*. Bogotá D.C. Disponible en:  
[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%202003%20de%202014.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%202003%20de%202014.pdf)

Ministerio De Salud Y Protección Social. (3 de abril de 2006) Decreto 1011. *Por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud*. Bogotá D.C. Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/DECRETO%201011%20DE%202006.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%201011%20DE%202006.pdf)

Ministerio de Salud y Protección Social. (30 de noviembre de 2011) Acuerdo 028. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/ACUERDO%20CRES%200028%20DE%202011.pdf>

Muñoz Salazar, Karent Eliana. (2008). *Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el Hospital Susana López de Valencia E.S.E*. Trabajo de grado de Pregrado en Ingeniería Biomédica. Santiago de Cali: Facultad de Ingenierías, Universidad Autónoma de Occidente. Pág.141.

ODOO. (2021). *Una aplicación para cada necesidad*. Disponible en: <https://www.odoo.com/>

Organización Mundial de la Salud – OMS. (2012). Documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. Departamento de Tecnologías Sanitarias Esenciales, Pàg. 1–96. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536\\_spa.pdf;jsessionid=561693FE91E9B657A183C856FAADD941?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536_spa.pdf;jsessionid=561693FE91E9B657A183C856FAADD941?sequence=1)

Pérez Ortega, David Alexander. (2013). *Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos en la Sección Físicoquímica del Laboratorio de Salud Pública perteneciente al Instituto Departamental de Salud de Nariño*. Trabajo de grado de Pregrado en Ingeniería Electrónica. San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería, Universidad de Nariño. Pág.161 p.

Presidencia de la República Colombia. (3 de agosto, 1994). Decreto 1769. *Por el cual se reglamenta el artículo 90 del Decreto 1298 de 1984*. Diario oficial. Bogotá D.C. no. 41.477, p. 1–4. Disponible en:



<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/decreto-1769-de-1994.pdf>

Presidente de la República de Colombia. (3 de agosto de 1994). DECRETO 1769. Disponible en:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/decreto-1769-de-1994.pdf>

Reyes, Édison y Gutiérrez, Moisés. (2015). *Desarrollo de software para la gestión del mantenimiento a equipos biomédicos mediante PHP, bajo lineamientos OMS (Organización Mundial de la Salud)*. Caso de estudio: Hospital San Vicente de Arauca – Municipio de Arauca. Trabajo de grado de Pregrado en Ingeniería de Sistemas. Arauca: Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia. Pág. 110.

Romaní, Franco; Vilcahuamán, Luis. (2010). *Ingeniería clínica y su relación con la epidemiología*. En Revista Peruana de Epidemiología. Vol. 14, núm. 1. Págs. 6-16  
E-ISSN: 1609-7211

Salazar, Botero y Jiménez. (2018). *Adquisición de tecnología biomédica en IPS colombianas: comparación y mejores prácticas*. En: Rev. Gerenc. Polít. Salud. Vol. 15. No. 31. , Págs. 88-118

SoftExpert. (2021). Disponible en: <https://www.softexpert.com>

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Manual de usuario aplicación móvil MEQBI**

**Anexo 2. Manual de usuario interfaz de escritorio**

**Anexo 3. Manual técnico**

# MANUAL DE USUARIO APLICACIÓN MÓVIL MEQBI

*MEQBI 2021*

*Elaborado por: Danna  
Valeria Quirama Flores-  
Sebastian Zambrano  
Calvache*

*Fecha Actualización: mayo 2021*

# TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	2
II. REQUERIMIENTOS	3
III. INSTALACIÓN	3
IV. USO DE LA APLICACIÓN MEQBI	4
V. RECOMENDACIONES	21
VI. CONSIDERACIONES FINALES	21

# I. INTRODUCCIÓN

Este manual proporciona los detalles y requerimientos para el uso de la aplicación móvil MEQBI. La aplicación fue diseñada para el diligenciamiento eficaz de los protocolos de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos. Esto facilita el manejo de sus funciones, permitiendo el dominio de todas sus características, mostrando los pasos que debes seguir en los protocolos que tengas que realizar cada mes.

El documento proporciona los detalles y requerimientos para el uso correcto de la aplicación móvil, esto con la finalidad de brindar al usuario una herramienta que asegure el uso correcto de la aplicación.

## II. REQUERIMIENTOS

Los requerimientos mínimos para que la aplicación **MEQBI** funcione correctamente, son los siguientes:

- 1) **Sistema operativo Android (7.0 o mayor).**
- 2) **Conectividad (3G sin restricción y/o WIFI).**
- 3) **Procesador de 4 núcleos (quad Core) de 1.2GHz o superior**
- 4) **Memoria RAM de 3Gb o superior**
- 5) **Memoria ROM de 40 Mb para la aplicación y 10 Mb adicionales para el almacenamiento temporal de la aplicación.**

## III. INSTALACIÓN

Una vez que se descarga la aplicación en el teléfono, la instalación de la misma se realiza de manera automática. Una vez que la aplicación se ha instalado correctamente es preciso ubicar el icono ejecutable de la aplicación descargada, para asegurarse que se encuentra instalada correctamente (como se muestra en la Figura 1). Para hacer uso de la aplicación **MEQBI**, sólo es necesario tocar el icono de la aplicación para abrirla y empezar a trabajar con ella.

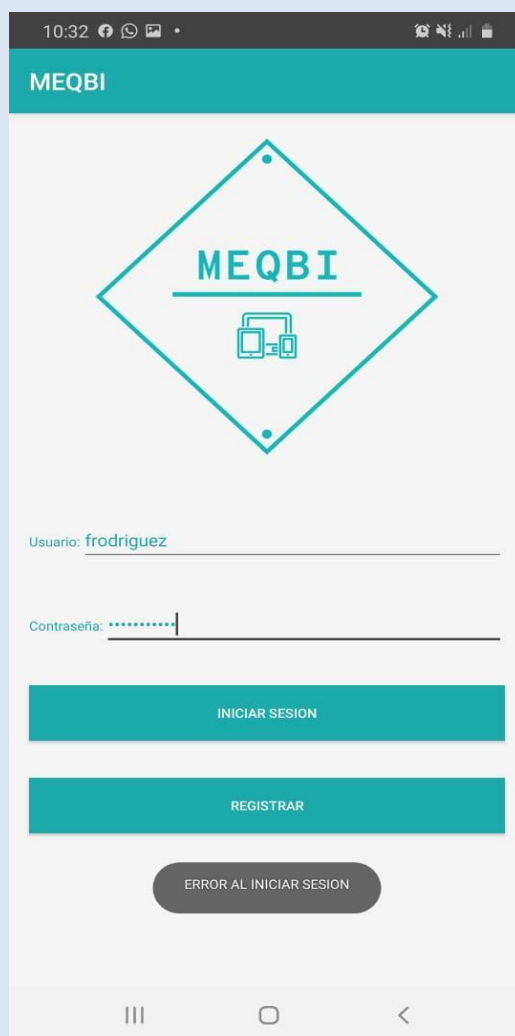


*Fig. 1. Pantalla en el teléfono que muestra los íconos de la aplicación MEQBI.*

## IV. USO DE LA APLICACIÓN MEQBI

### INGRESO:

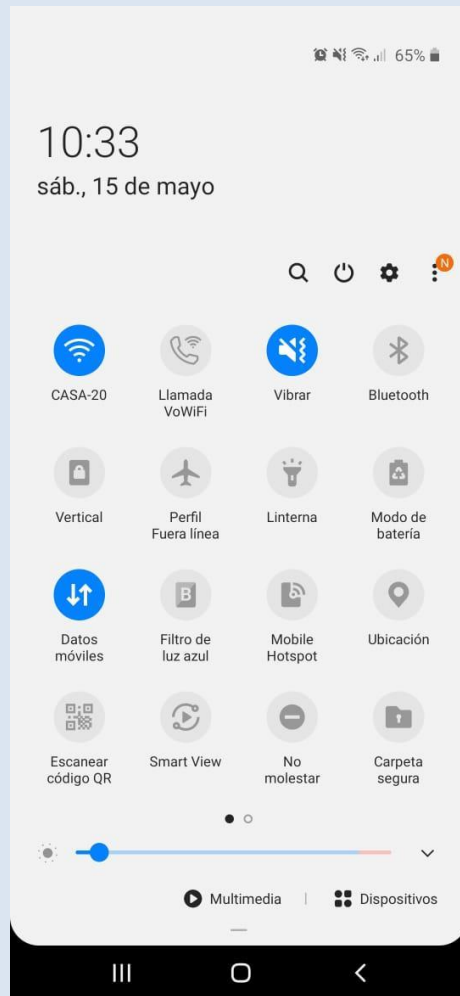
Al ubicar el ícono de la aplicación MEQBI en el menú de aplicaciones o en la pantalla del teléfono presionar sobre el icono para que se inicie de manera automática. Si los datos o Wifi se encuentran apagados (desactivados), la pantalla de inicio se verá tal y como se muestra en la figura 2. En este momento no podrás trabajar con la aplicación.



*Fig. 2. Pantalla de inicio de la aplicación MEQBI.*

Este tipo de validación es necesaria ya que para trabajar con el sistema de captura **MEQBI**, es preciso tener encendido el Wifi o datos sin restricciones para que la aplicación funcione correctamente. La recomendación para todo el personal técnico, es que en cuanto inicien sus actividades habiliten el Wifi o datos de tal modo que se encuentre activo en todo momento.

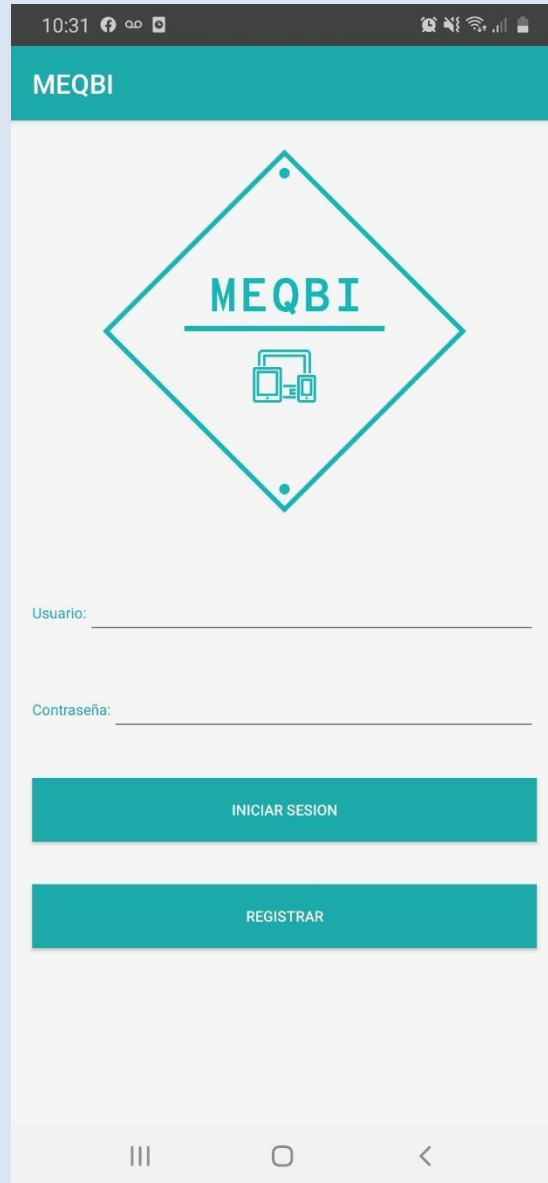
A continuación, se muestra la ubicación para activarlos, tal y como se muestra en pantalla en la figura 3.



*Fig. 3. Ubicación de la opción para habilitar el Wifi o datos.*

En éste momento la aplicación está lista para usarse y realizar el diligenciamiento de los protocolos de mantenimiento preventivo, la siguiente figura 5 muestra como se ve en pantalla la aplicación después de haber habilitado su Wifi o datos, con casillas activadas listas para iniciar sesión o registrar.

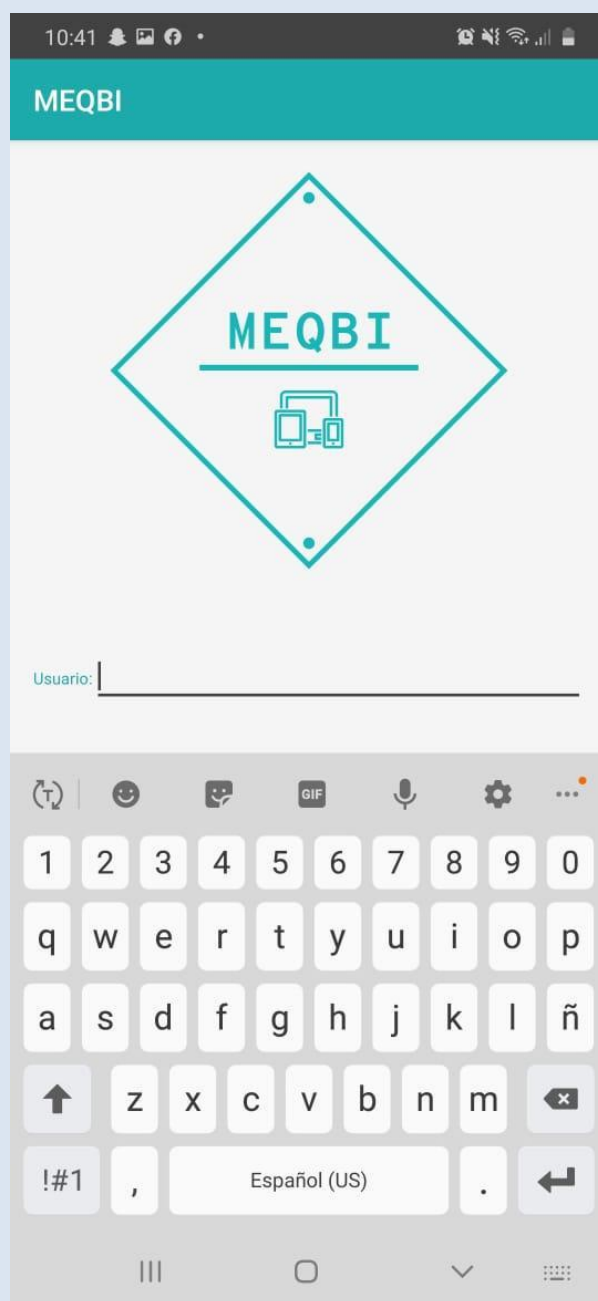




*Fig. 5. Pantalla de inicio de la aplicación MEQBI.*

La primera opción de captura dentro de la aplicación móvil MEQBI es el apartado de “Usuario”, una vez que la casilla se encuentre activa, debes tocarla para activar el teclado correspondiente dentro de la pantalla para realizar la captura del usuario.

La figura 6 muestra la ubicación de la casilla “Usuario” con teclado activado.



*Fig. 6. Pantalla para capturar el usuario.*

De igual manera la segunda opción es la casilla para introducir la contraseña como se muestra en la figura 7. Una vez se llenen todos los campos y se presione el botón “ingresar” el sistema validará si el usuario pertenece a la institución.



*Fig. 7. Pantalla para capturar la contraseña.*

Tras ser habilitado una vez que presiones el botón verde para iniciar sesión nos mostrará en pantalla un mensaje “Inicio de sesión exitoso” como se muestra en la figura 8.



*Fig. 8. Pantalla de inicio de sesión, el sistema mostrará mensajes de inicio de sesión exitoso.*

Para crear una cuenta en MEQBI nos dirigimos al icono “Registro” de la página principal presionando el botón verde como se muestra en la figura 9.



*Fig. 9. Pantalla que muestra botón para registrar.*

A continuación, se diligencia el formulario que aparece como se muestra en la figura 10.

12:06

MEQBI

Registro de Nuevo Usuario

Usuario

Contraseña

E-mail

Nombre

Cargo

REGISTRAR

¿Ya tienes una cuenta?

INGRESAR

*Fig.10. Pantalla que muestra datos para registrarnos.*

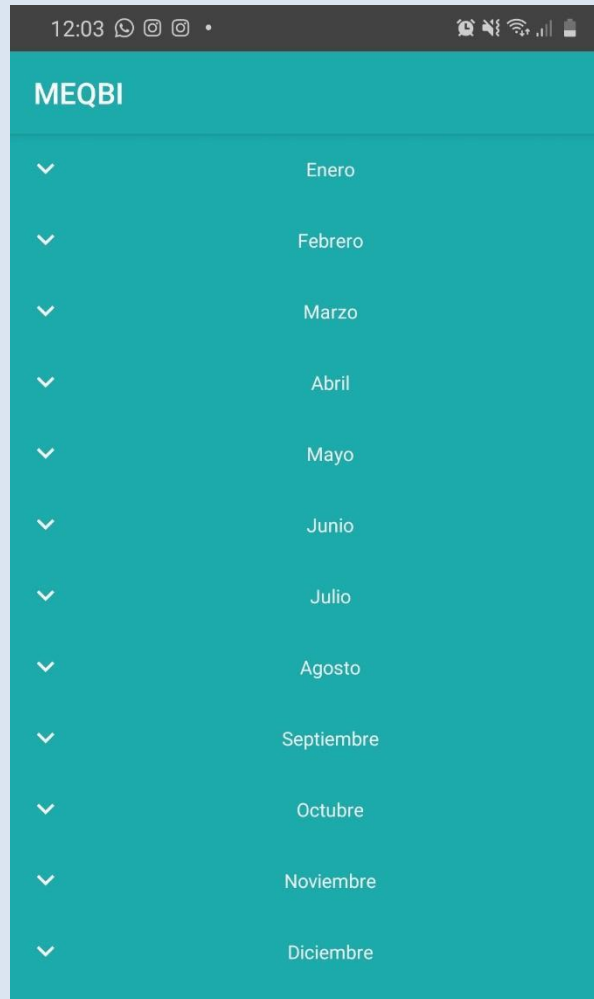
Los campos que conforman el formulario son los siguientes:

- ✓ Nombre de usuario. Se trata de una única palabra con la que se identifica el usuario para acceder posteriormente a la aplicación.
- ✓ Contraseña. Se introduce una combinación alfanumérica de caracteres que será empleada como contraseña de acceso a la aplicación. Se recomienda emplear una cadena de al menos 9 caracteres que incluya al menos una mayúscula, una minúscula y un carácter especial.
- ✓ Dirección de Correo Electrónico. En este campo se debe introducir una dirección de correo electrónico válida.
- ✓ Nombre. En este campo se debe ingresar el nombre y apellido de quien realiza el protocolo.
- ✓ Cargo. Se ingresa el cargo que el usuario ocupa en la institución.

✓ Para terminar con el registro se pulsa el botón verde “Registrar”

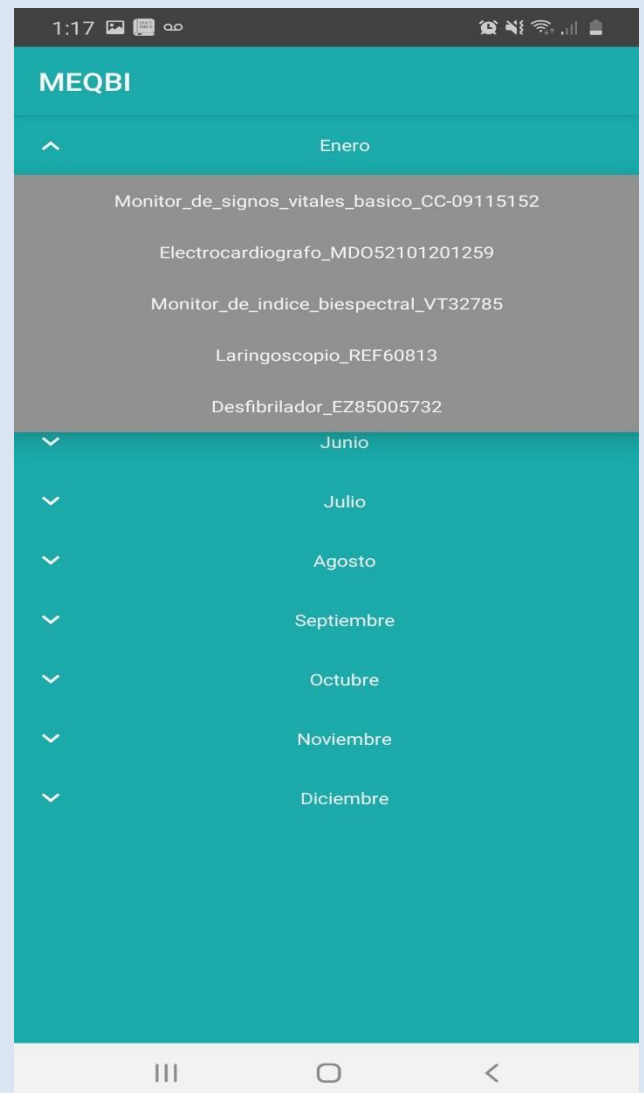
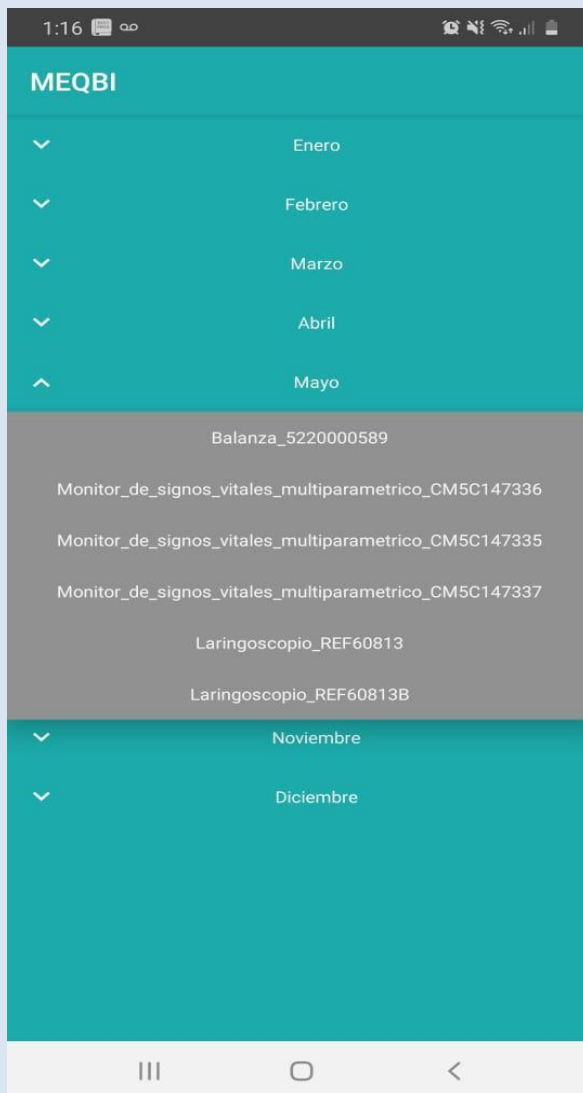
## PRIMERA IMPRESIÓN AL ACCEDER

En el menú de inicio se encuentran todos los meses del año en una lista desplegable en la cual al tocar cada uno de los meses se despliegan en una lista los protocolos programados para ese periodo.



*Fig.11. Pantalla que muestra meses del año.*

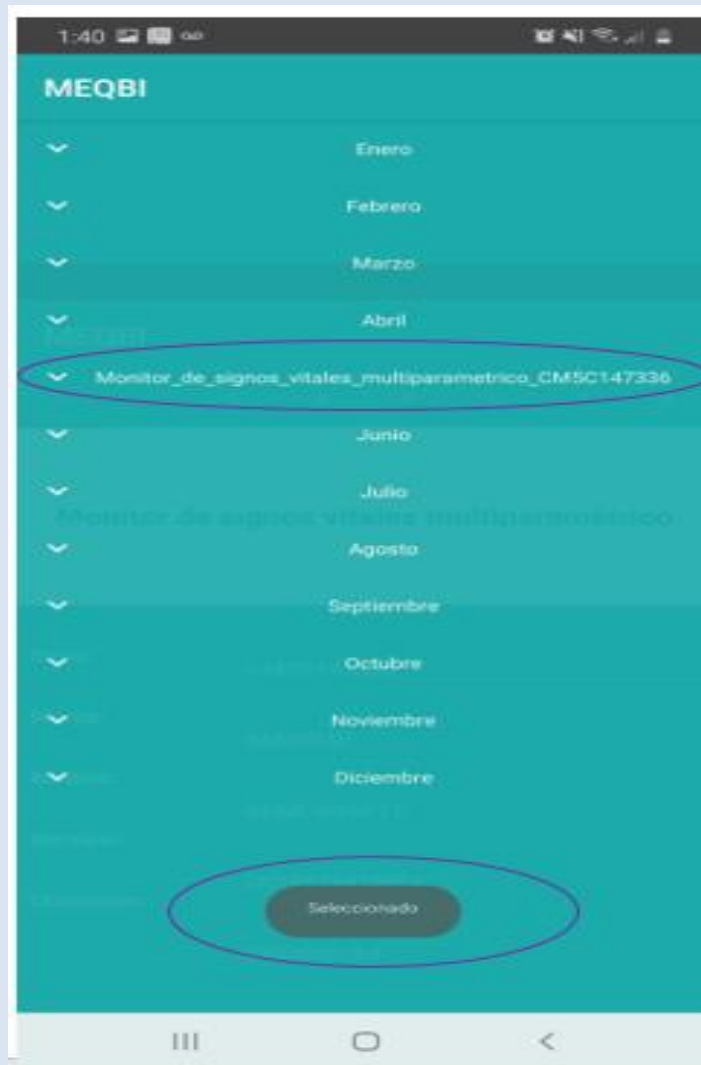
Al presionar un mes se despliega el listado que permite visualizar los equipos que están habilitados cada uno de los meses como se muestra en la figura 12.



*Fig. 12. Pantalla que muestra el desplegable de cada mes.*

Para comenzar el registro de protocolos de mantenimiento preventivo es necesario seleccionar uno de los equipos de la lista, al pulsarlo aparece un mensaje de “seleccionado “como se muestra en la figura 13.





*Fig.13. Pantalla que muestra el equipo seleccionado.*

Luego de que se seleccione el equipo se mostrará en pantalla los datos específicos del equipo a diligenciar como se muestra en la figura 14.

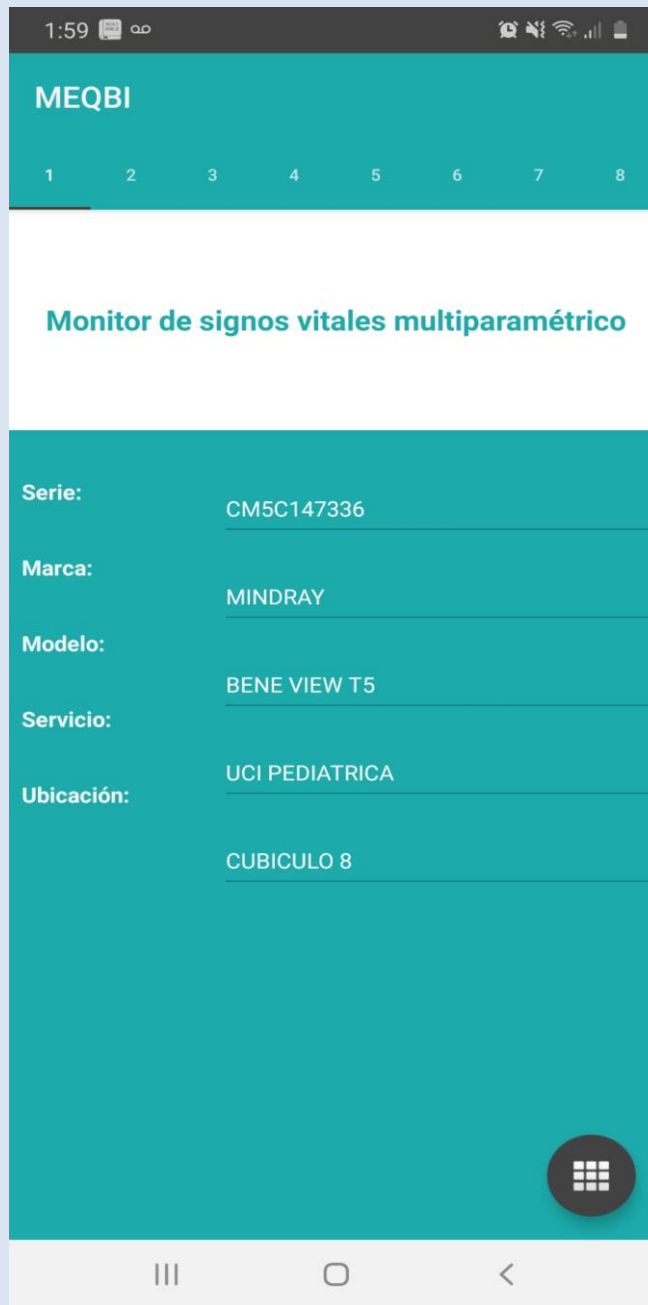
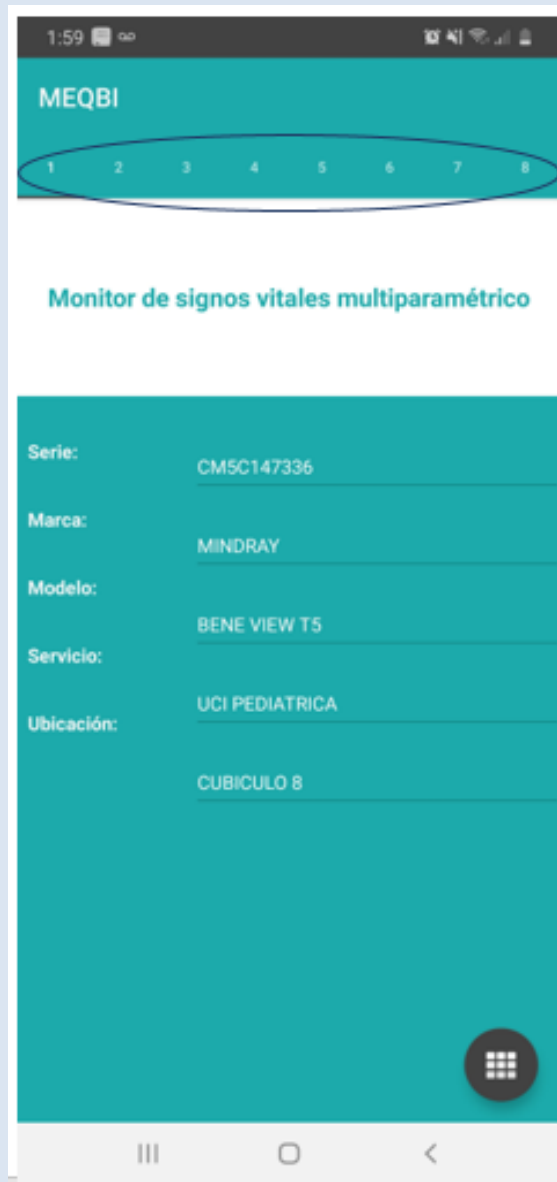


Fig.13. Pantalla que muestra el equipo seleccionado.

En la parte superior de la pantalla se miran números que al ser pulsados se irán pasando las pantallas donde se encuentra dividido el mantenimiento preventivo, de igual forma si se despliega con el dedo hacia los lados se visualizarán las pantallas como se puede ver en la figura 14.



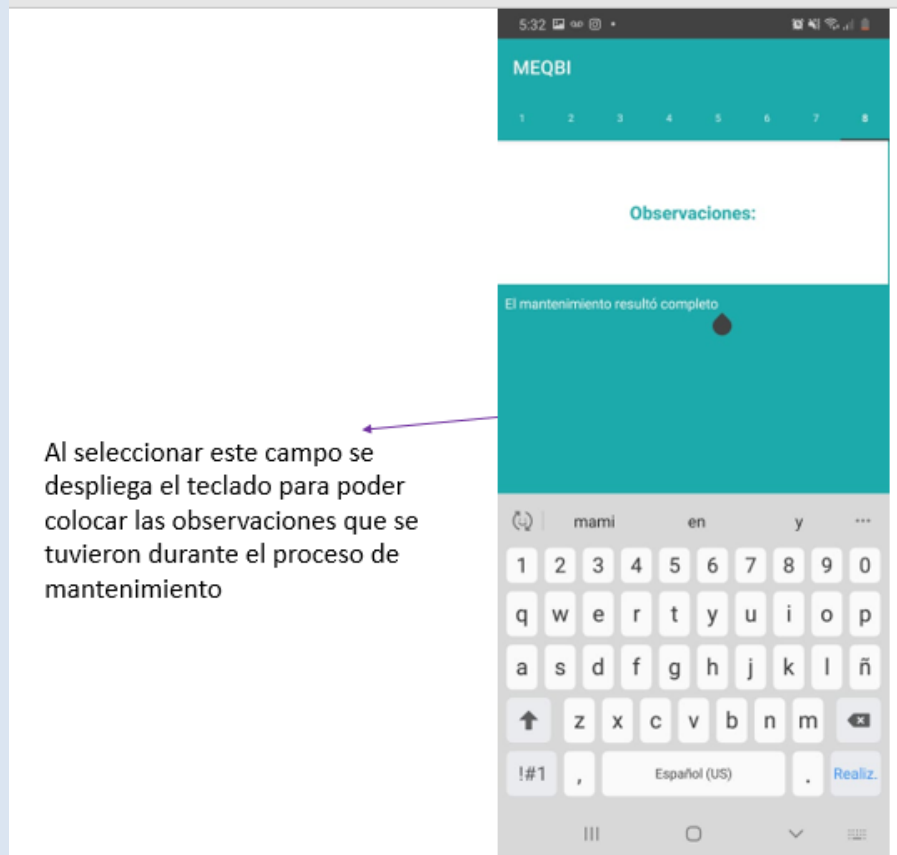
*Fig.14. Pantalla que muestra los desplegados para llenar los mantenimientos.*

En cada una de las pantallas que se vayan deslizando o seleccionando el número van a aparecer diferentes botones con “SI” o “NO” de la cual una de las dos debe ser seleccionada como se ve en la figura 15.



Fig.15. Pantalla que muestra cómo diligenciar los protocolos.

Una vez esté totalmente diligenciado el protocolo al final encontraremos una pantalla donde se deben de colocar las observaciones correspondientes con el protocolo, como se puede observar en la siguiente figura.



*Fig.16. Pantalla que muestra cómo diligenciar las observaciones .*

Una vez terminado la observación y esté completamente seguro de la información diligenciada se debe tocar el botón presentar, donde finaliza su protocolo. Se puede ver en la figura 17.



*Fig.17. Pantalla que muestra el botón presentar.*

Para regresar al menú principal tocamos el botón que aparece en la parte inferior derecha como se observa en la figura 18.



*Fig.18. Pantalla que muestra el botón menú.*

## V. RECOMENDACIONES

- ❑ Al finalizar el protocolo usted tendrá un tiempo para poder editarlo antes de que la primera persona encargada de revisar el protocolo lo firme.
- ❑ Usted deberá estar registrado en el plan de mantenimiento anual para poder crear un usuario

**AVISO:** Se está trabajando para mejorar la aplicación y eliminar los inconvenientes presentes en el desarrollo actual.

## VI. CONSIDERACIONES FINALES.

El éxito de una aplicación como la que aquí se presenta radica en la sencillez que represente su uso. Sin embargo, una vez que la aplicación cumple con este requisito de sencillez y practicidad, el éxito de su uso consistirá en la apropiación que el usuario haga de ella.

Es por eso que, a ti como profesional, te invitamos a que le des la oportunidad a esta aplicación de que sea una herramienta de utilidad para ti y que te facilite las labores que arduamente desempeñas cada día. Cabe mencionar, que esta aplicación se pensó en facilitar tus tareas, asimismo y a diferencia de otras, en el diseño participaron profesionales técnicos que nos han ayudado a mejorar el diseño y la practicidad.



# MANUAL DE USUARIO DE LA INTERFAZ DE ESCRITORIO

2021

*E*

*laborado por: Danna Valeria  
Quirama Flores-Sebastian  
Zambrano Calvache*

*Fecha Actualización: mayo 2021*

# TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	2
II. REQUERIMIENTOS	3
III. USO DE LA INTERFAZ	4
IV. RECOMENDACIONES	21
V. CONSIDERACIONES FINALES	21

# I. INTRODUCCIÓN

Este manual proporciona los detalles y requerimientos para el uso de la interfaz de escritorio. La interfaz fue diseñada para insertar nuevos protocolos de equipos biomédicos y para supervisar el correcto diligenciamiento de los protocolos de mantenimiento preventivo cargados desde la aplicación MEQBI.

El documento proporciona los detalles y requerimientos para el uso correcto de la interfaz de escritorio, esto con la finalidad de brindar al usuario una herramienta que asegure el uso correcto de la aplicación.

## I. REQUERIMIENTOS

Los requerimientos mínimos para que la interfaz de computadora funcione correctamente, son los siguientes:

- 1) **Computador con sistema operativo Windows 7/8/10,MacOS 10/11,Linux.**
- 2) **Conectividad (3G y/o WIFI).**
- 3) **Navegador web Chrome o Mozilla Firefox**
- 4) **Procesador Intel Core i3 doble núcleo (dual Core) de 1.6 GHz o superior**
- 5) **Memoria RAM DDR4 de 4Gb o superior**
- 6) **2Gb de disco duro disponibles**

## I. USO DE LA INTERFAZ DE ESCRITORIO

### INSERTAR PROTOCOLO:

Primero se debe tener cargada las hojas de Excel donde se encuentran todos los protocolos de mantenimiento preventivo y la pantalla de insertar protocolo. Como se muestra en la figura 1

The screenshot shows a web form titled "INSERTAR PROTOCOLO". The form is organized into two columns of input fields. The left column includes a dropdown menu for "Seleccione una plantilla:" (set to "Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico"), text boxes for "Serial:" (CM5C147336), "Modelo:" (BENE VIEW T5), "Marca:" (MINDRAY), and "Inv/Act:" (123). The right column includes dropdown menus for "Mes asignado:" (Enero), "Encargado:" (Felipe Rodriguez), "Cargo:" (Ingeniero Clínico), "Servicio:" (UCI Pediátrica), and "Periodicidad:" (Trimestral). A green "INSERTAR" button is located at the bottom right of the form.

*Fig.1 Plataforma de insertar protocolos*

Para insertar un protocolo de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos se debe de desplegar la lista que aparece en la selección de plantilla, como se muestra en la figura 2.

**INSERTAR PROTOCOLO**

Seleccione una plantilla:

**Serial:**

**Modelo:**

**Marca:**

**Inv/Act:**

Mes asignado:

Encargado:

Cargo:

Servicio:

Periodicidad:

**INSERTAR**

Fig.2 Plataforma de selección de plantillas

Seguidamente se debe de seleccionar uno de los equipos que se muestran en la lista. Al elegir uno de los equipos se procede a llenar los campos de: Serie, modelo, marca e inventario activo. Como se muestra en la figura 3

Protocolos ☆ ☁

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos A En curso... dificación hace 3 días por SEBASTIAN ZAMBRA...

100% \$ % .0 .00 123 Predetermi... 14 B I A

A1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

**INSERTAR PROTOCOLO**

Seleccione una plantilla:

**Serial:**

**Modelo:**

**Marca:**

**Inv/Act:**

Mes asignado:

Encargado:

Cargo:

Servicio:

Periodicidad:

**INSERTAR**

Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico\_CC0911515 Electrocardiografo\_MDO52101201259 Monitor

Fig. 3 Plataforma para llenar campos de insertar protocolo

De igual forma se despliega el mes asignado donde se encuentran todos los meses del año. Como se muestra en la figura 4

**INSERTAR PROTOCOLO**

Seleccione una plantilla:

Serial:

Modelo:

Marca:

Inv/Act:

Mes asignado:

Encargado:

Cargo:

Servicio:

Periodicidad:

Fig. 4 Plataforma para insertar protocolo y seleccionar el mes

Tras haberse asignado el mes posteriormente se despliega la lista de encargados. Como se ve en la siguiente figura

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													

**INSERTAR PROTOCOLO**

Seleccione una plantilla:

Serial:

Modelo:

Marca:

Inv/Act:

Mes asignado:

Encargado:

Cargo:

Servicio:

Periodicidad:

Fig.5 Plataforma para insertar protocolo y seleccionar encargado

Al haber seleccionado el encargado completamos los campos de cargo, servicio y periodicidad. Como se muestra en la siguiente figura

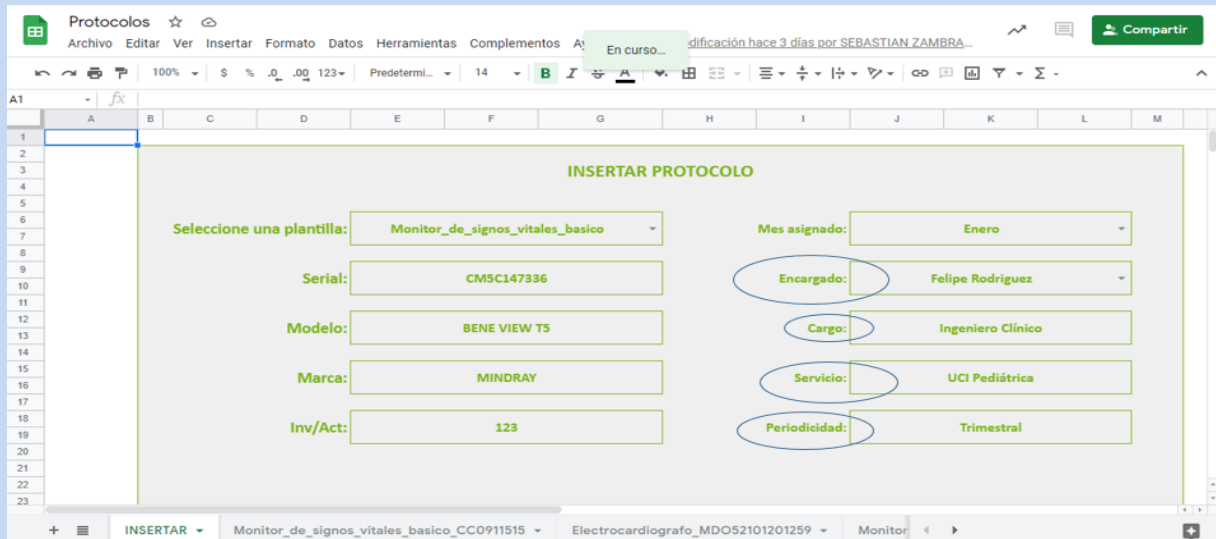


Fig.6 plataforma para insertar protocolo y completar ítems

Para finalizar la inserción del protocolo de mantenimiento preventivo pulsamos el botón verde “INSERTAR”. Como se muestra en la siguiente figura

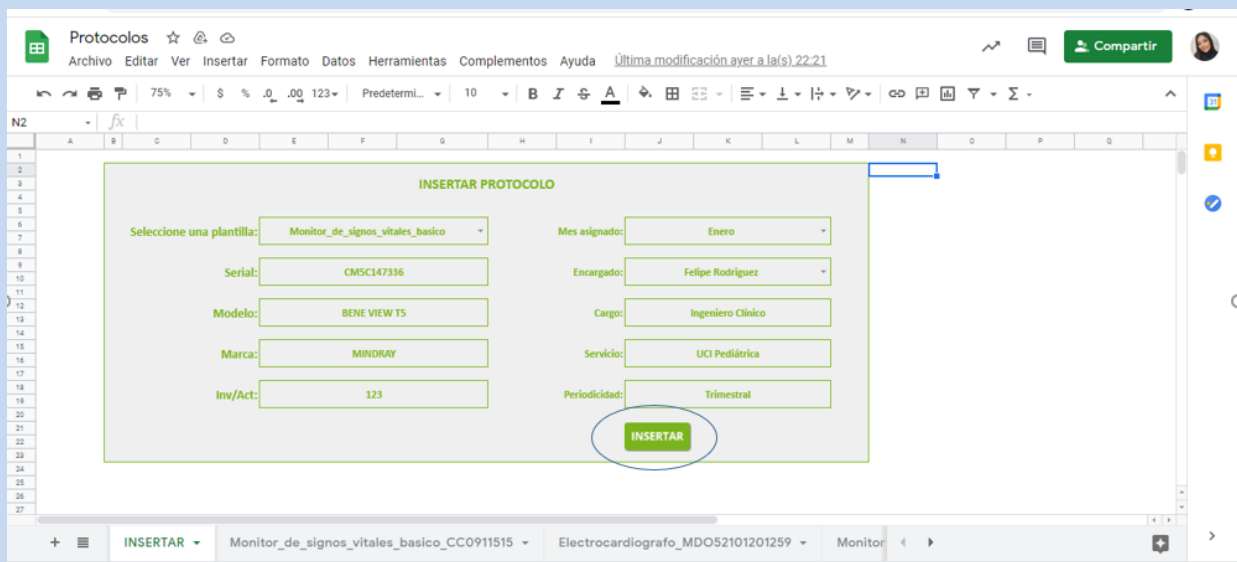


Fig.7 Botón para insertar plataforma

Para empezar el diligenciamiento de los protocolos de mantenimiento preventivo se debe de dirigir a la parte inferior derecha donde se encontrará una barra desplegable. Como se puede visualizar en la siguiente figura

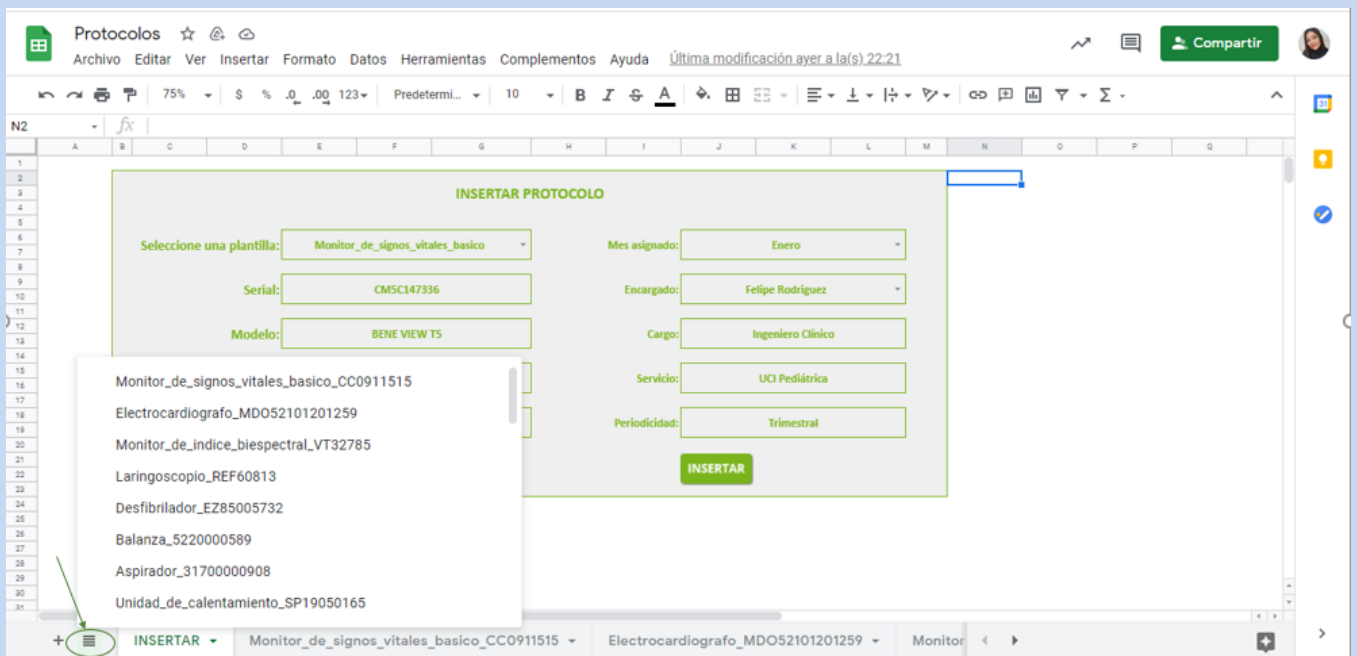


Fig.8 Búsqueda de los protocolos

Luego de seleccionar uno de los equipos biomédicos observaremos los protocolos con algunos de los campos llenos. Como se visualiza en la siguiente figura

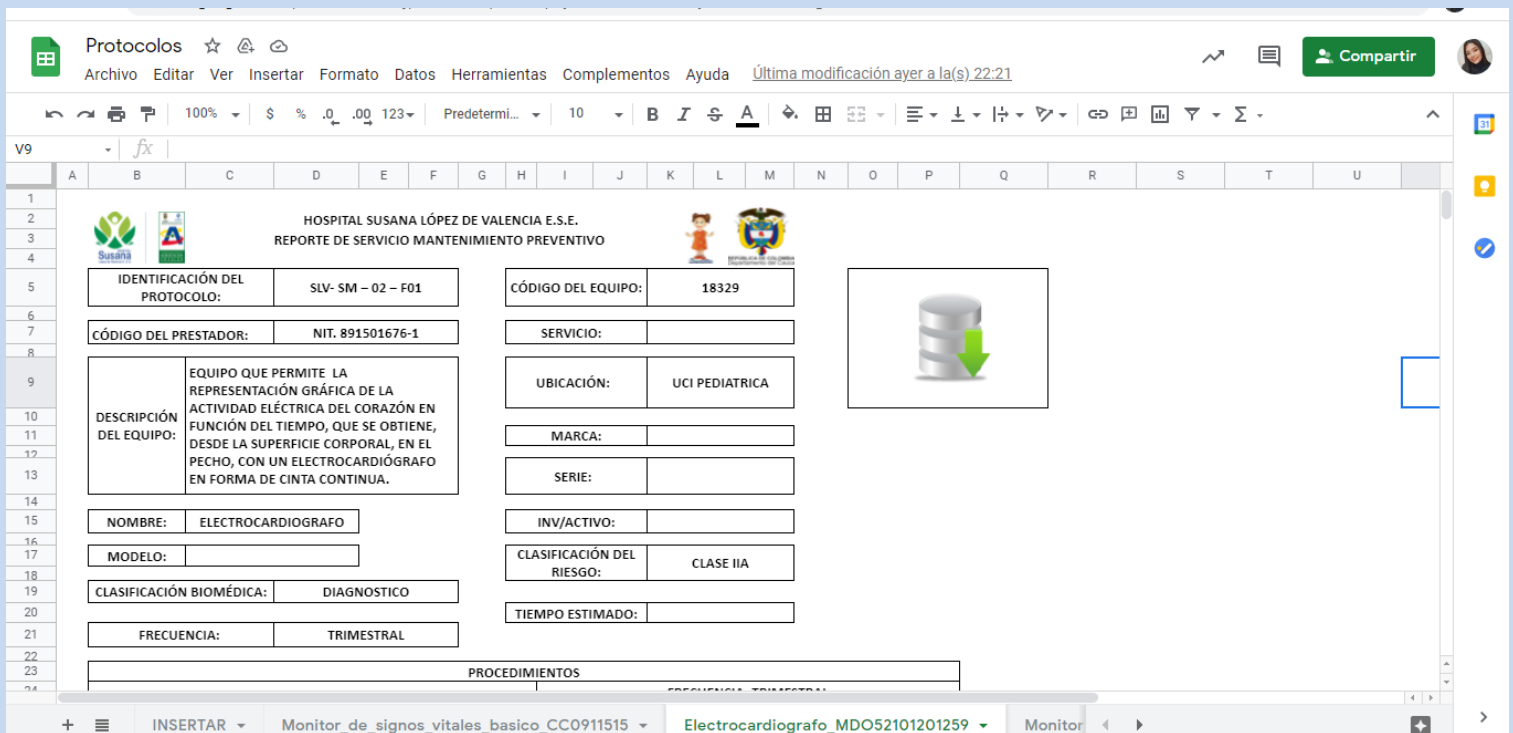


Fig.9 Protocolo de mantenimiento

Aquí encontrarán un botón de descargar el cual se debe de dar clic para que se carguen todos los datos que se guardaron desde la aplicación MEQBI.



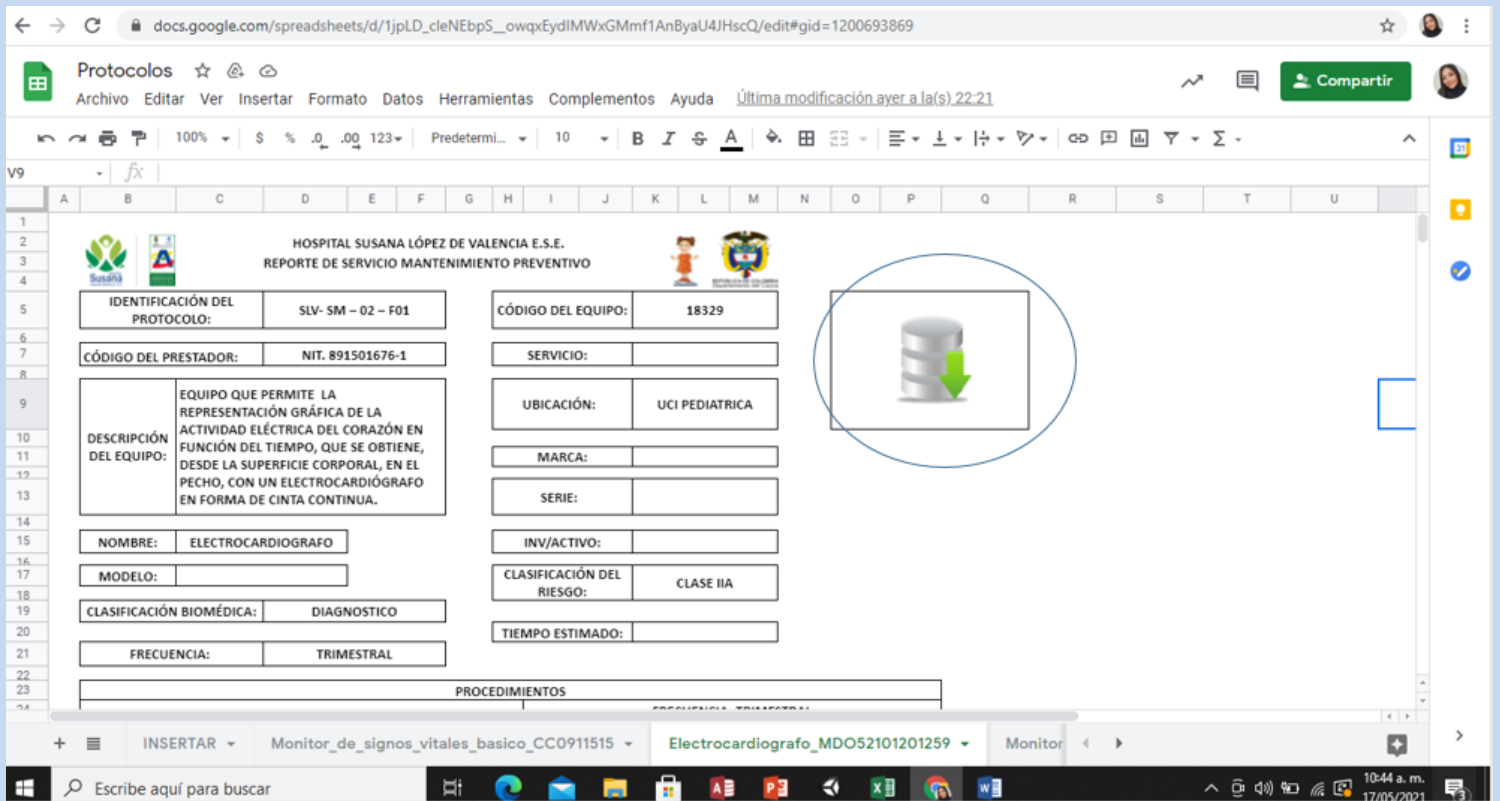


Fig.10 Descargar datos de los protocolos

Al descargar la información todos los campos dependiendo el periodo del protocolo se llenará. Como se visualiza en la siguiente imagen

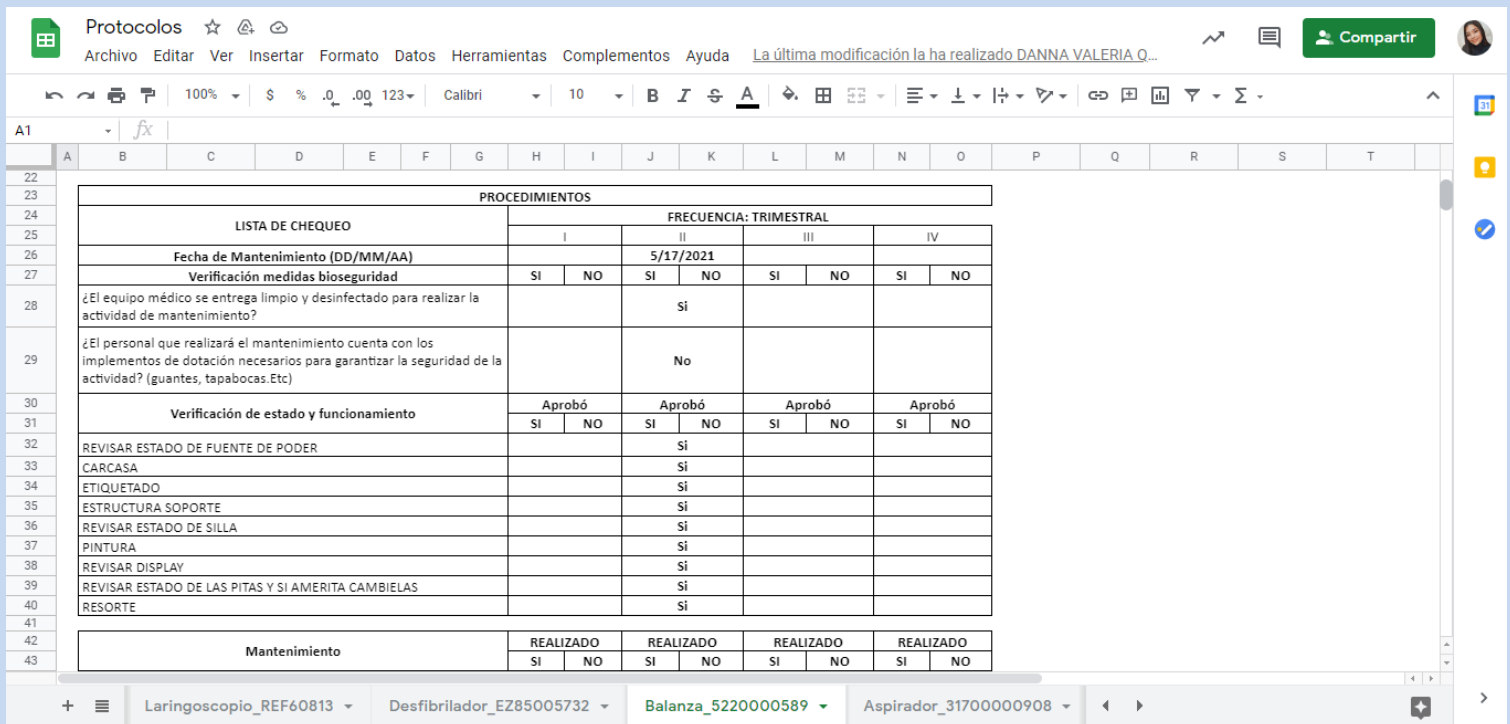


Fig.11 Información del protocolo

Protocolos ☆ ☁

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda La última modificación la ha realizado DANNA VALERIA Q...

100% \$ % .0\_ .00 123 Calibri 10 B I S A

	REALIZADO		REALIZADO		REALIZADO		REALIZADO		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
<b>Mantenimiento</b>									
44	Limpieza externa **		SI						
45	Limpieza interna		SI						
46	Ajustes		SI						
47	Cambio de partes o accesorios		SI						
48	Imposición de stickers		SI						
** Remítase al procedimiento de Limpieza y desinfección de tecnología Biomédica SLV-SM -014									
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>									
PATRONES DE PESOS		NULL							
HERRAMIENTAS VARIAS		NULL							
<b>REPUESTOS</b>									
CARGADOR FUENTE DE PODER		SI							
Batería 2A		SI							
<b>INSUMOS</b>									
Jabón neutro		SI							
Desinfectante		SI							
Paños para Limpiar		SI							

+ ☰ Laringoscopio\_REF60813 Desfibrilador\_EZ85005732 Balanza\_5220000589 Aspirador\_31700000908

Fig.12 Información del protocolo

Protocolos ☆ ☁

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda La última modificación la ha realizado DANNA VALERIA Q...

100% \$ % .0\_ .00 123 Calibri 10 B I S A

59	Batería 2A		SI						
<b>INSUMOS</b>									
Jabón neutro		SI							
Desinfectante		SI							
Paños para Limpiar		SI							
Agua		SI							
<b>OBSERVACIONES GENERALES</b>									
		hola							

+ ☰ Laringoscopio\_REF60813 Desfibrilador\_EZ85005732 Balanza\_5220000589 Aspirador\_31700000908

Fig.11 Información del protocolo

Al final de protocolo encontraremos la parte de las firmas donde al dar clic en el botón verde se cargarán de una vez los datos de la persona que reviso. Como se observa en la siguiente figura

9 mayo MANT x | Mi unidad - G x | (44) WhatsAp x | Itinerario par x | Manual de us x | **Protocolos - l x** | G sinonimo de r x | Enviados - dc x | +

docs.google.com/spreadsheets/d/1jpLD\_cleNEbpS\_owqxEydlMWxGMmf1AnByaU4JHscQ/edit#gid=1291346800

Protocolos ☆ 📄

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda La última modificación la ha realizado DANNA VALERIA Q...

100% \$ % .0\_ .00 123 Calibri 10 B I S A

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
102				FRECUCENCIA: TRIMESTRAL																	
103				I	II	III	IV														
104				QUIEN REALIZA																	
105			FIRMA		FELIPE RODRIGUEZ																
106			NOMBRE		FELIPE RODRIGUEZ																
107			CARGO		Ingeniero Clínico																
108			FECHA		5/17/2021																
109																					
110				RECIBIDO A SATISFACCION																	
111			FIRMA		Fulano de Tal																
112			NOMBRE		Fulano de Tal																
113			CARGO		Ingeniero de Tal																
114			FECHA		05/17/2021																
115			Vo.Bo Profesional mantenimie nto	✓	✓	✓	✓														
116																					
117				RECIBIDO A SATISFACCION																	
118			FIRMA																		
119			NOMBRE																		
120			CARGO																		
121			FECHA																		
122			Vo.Bo Profesional mantenimie	✓	✓	✓	✓														

+ | Laringoscopio\_REF60813 | Desfibrilador\_EZ85005732 | Balanza\_5220000589 | Aspirador\_31700000908

Escribe aquí para buscar

11:10 a. m. 17/05/2021

Fig.11 Firma de aceptación del protocolo

Finaliza el protocolo.

# MANUAL TÉCNICO

APLICACIÓN SOFTWARE PARA APOYAR EL PROCESO DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DEL  
HOSPITAL SUSANA LOPEZ DE VALENCIA E.S.E.

SEBASTIAN ZAMBRANO CALVACHE

DANNA VALERIA QUIRAMA FLOREZ

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA  
POPAYÁN, COLOMBIA

2021

## Contenido

Presentación	3
Objetivo	4
Requisitos del sistema	5
Herramientas utilizadas para el desarrollo	6
Arquitectura del sistema desarrollado	8
Instalación de aplicativo móvil en un teléfono inteligente	9
Modelo de clases	11
Diagrama de casos de uso	12
Acceso a la base de datos	24
Interfaz del plan de mantenimiento anual	26

## Tabla de Figuras

Figure 1.Arquitectura del sistema	8
Figure 2.instalacion de aplicación móvil	9
Figure 3.instalación de aplicación móvil	9
Figure 4.Instalación Aplicación Móvil	10
Figure 5.modelo de clases simplificado	11
Figure 6.Diagrama de casos de uso Aplicación móvil	12
Figure 7.Diagrama de casos de uso Aplicación Google sheets	18
Figure 8.Acceso phpMyAdmin	24
Figure 9.Base de datos	25
Figure 10.Base de Datos	26
Figure 11.Base de Datos	26
Figure 12.Base de Datos	27
Figure 13.Interfaz del plan de mantenimiento anual	28
Figure 14.Editor de secuencia de comandos	29
Figure 15.Instrumento	30
Figure 16.Instrumento	31
Figure 17.Instrumento	31
Figure 18.Formulario	32
Figure 19.Protocolo	33
Figure 20.Fragmento código MySQL	34
Figure 21.Fragmento código de consulta en MySQL	34
Figure 22.Fragmento código instrumento MySQL	34
Figure 23.diagrama dirección de Celdas	35
Figure 24.Boton descarga	36
Figure 25.Firmas protocolo de mantenimiento	37

## **Presentación**

El presente manual tiene como propósito cubrir los aspectos técnicos relacionados con la aplicación móvil MEQBI como herramienta para el apoyo a la ejecución de los protocolos de mantenimiento de los equipos biomédicos del Hospital Susana López de Valencia HSLV, y su aplicativo de escritorio para seguimiento y control de ejecución de los protocolos.

## **Objetivo**

Informar y especificar al usuario la estructura y conformación del sistema con el fin de que puedan hacer soporte y modificaciones o actualizaciones al sistema en general

## Requisitos del sistema

- Requerimientos de hardware y software aplicación móvil

Teléfono móvil con sistema operativo Android 7.0 o superior  
conexión a internet por wifi o por medio de datos sin restricción  
Procesador de cuatro núcleos (quad Core) de 1.2GHz o superior  
Memoria RAM de 3 Gb o superior  
Memoria ROM de 40 Mb para la aplicación y 10 Mb adicionales para el almacenamiento temporal de la aplicación.

- Requerimientos de hardware y software interfaz de escritorio

Computador personal con sistema operativo Windows 7/8/10; MacOS 10/11; Linux  
Navegador web Chrome o Mozilla Firefox  
Conexión a internet a través de cable o wifi  
Procesador Intel Core i3 doble núcleo (dual Core) de 1.6GHz o superior  
Memoria RAM DDR4 de 4Gb o superior  
2Gb de disco duro disponibles



## **Herramientas utilizadas para el desarrollo**

### **La nube**

La nube es un conjunto de servicios de tecnología que se ofrecen a través de Internet, que se cobran únicamente por lo que se consume y que están diseñados para dar agilidad a procesos, un ejemplo de arquitectura en la nube son los servicios que ofrece google su versión Ofimática, su sistema de almacenamiento en el drive, su arquitectura de programación entre otras.

### **Android Studio**

Android Studio es el ambiente de desarrollo nativo para el diseño e implementación de aplicaciones para sistemas operativos Android. Este ID (interfaz de desarrollo) permite programar aplicaciones tanto en Java como en kotlin, este último desarrollado por google.

### **Google Sheets**

Google Sheets es un servicio vía web de hojas de cálculo, realizado en tecnología AJAX. La cual es una herramienta gratuita y fácil de usar ya que solamente se requiere una cuenta de Google para iniciar sesión y comenzar a construir una hoja de cálculo de Google Docs. además es compatible con los formatos de Microsoft Excel y está asociada a una poderosa herramienta de programación que permite la ejecución de script en la nube y el desarrollo nativo de aplicaciones móviles.

### **Google App script**

Google Apps Script es un lenguaje de scripting para el desarrollo de aplicaciones ligeras en la plataforma G Suite. Estas mini-aplicaciones se desarrollan en el lenguaje de programación JavaScript permitiéndonos conectarnos con fuentes de datos. Los scripts de desarrollo en esta interfaz se asocian de manera independiente a cada hoja o libro creado en la nube, en la actualidad existen diferentes librerías que permiten interconectar a través del código las hojas de cálculo con bases de datos como MySQL con ambientes de programación como Java, Python, JavaScript y con otros sistemas de desarrollo de ingeniería y aplicaciones móviles.

## **PHP**

PHP es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML, este lenguaje de programación permite la ejecución directa de código en servidores Linux y Windows donde los ambientes web permiten conectarlo con prácticamente cualquier tecnología alojada dentro o fuera del mismo servidor.

## **MySQL**

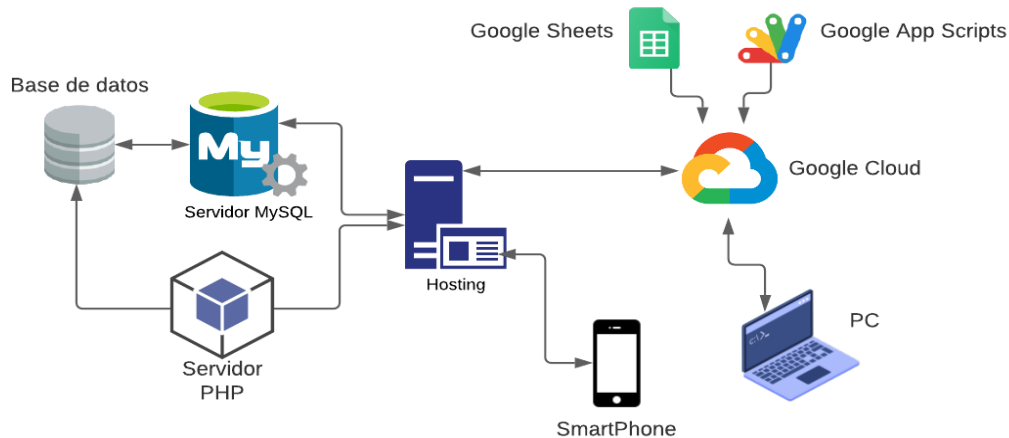
MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto con un modelo cliente-servidor el cual es utilizado para crear y administrar bases de datos basados en un modelo relacional. MySQL es un gestor de base datos por excelencia para los sistemas operativos de código abierto. Responde a los más estrictos protocolos de seguridad y encriptación y es la herramienta por excelencia para el desarrollo de sitios web basados en sistemas de gestión de contenido. MySQL también es ampliamente utilizado en combinación con PHP y HTML para el desarrollo de aplicaciones y servicios sobre la arquitectura de internet.

## **Servidor web**

Servidor web es una arquitectura hardware y software diseñada y construida para el alojamiento de aplicaciones y páginas web son sistemas concebidos para responder a solicitudes a través de internet y en su arquitectura más esencial incorporan un motor para la gestión de programación y gestor de base de datos y un ambiente para la ejecución del lenguaje HTML sobre HTTP. En la actualidad el acceso a los servidores para el desarrollo de páginas web y aplicaciones se consume por demanda a través de un servicio de hospedaje (hosting) que puede ser contratado de forma periódica y que de manera pre configurada cuenta con todos los servicios necesarios para el diseño construcción y despliegue de todo tipo de aplicaciones y servicios web.

## Arquitectura del sistema desarrollado

Figure 1.Arquitectura del sistema



Fuente: Elaboración propia

La arquitectura del sistema desarrollado se divide en dos estructuras construidas: una como aplicación móvil para teléfonos inteligentes con sistema operativo Android y otra como una aplicación construida sobre una hoja de cálculo de Google a través del sistema de programación de App scripts. Como sistema de almacenamiento se utiliza un servidor con sistema operativo Linux en el cual se ejecutan sobre PHP el sistema de gestión de base de datos MySQL. El sistema desarrollado sobre las hojas de cálculo de Google permite la creación de los protocolos asociados a cada dispositivo biomédico del plan anual de mantenimiento a partir de una hoja donde se han construido las plantillas para cada protocolo, cada vez que se inserta un protocolo la aplicación creada en App scripts gestiona la conexión entre la hoja de cálculo y la base de datos de MySQL para crear la tabla correspondiente e insertar una fila con la información extraída de su hoja de datos.

Desde la aplicación móvil se ha creado una conexión con la base de datos de MySQL en el servidor de Linux a través de una API desarrollada en tres archivos escritos en PHP, estos archivos permiten a la aplicación móvil el diligenciamiento y registro de los protocolos de mantenimiento; una vez que los protocolos han sido registrados en la base de datos la aplicación creada sobre las hojas de cálculo de Google permite gestionar a través de funciones específicas las firmas y el cierre de cada uno de los protocolos realizados.

## Instalación de aplicativo móvil en un teléfono inteligente

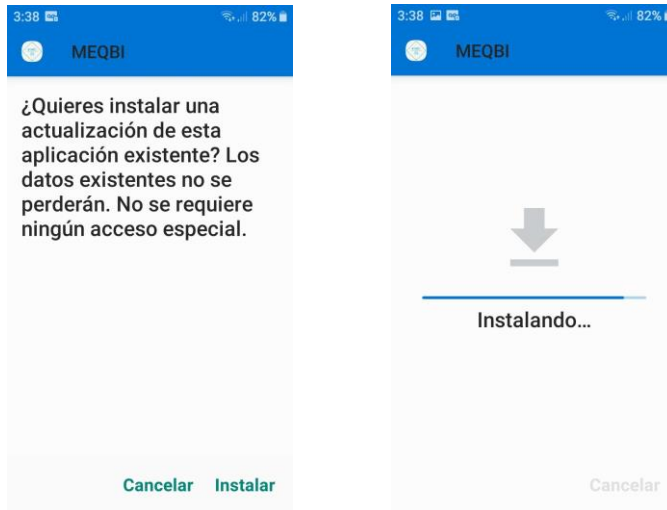
Figure 2. instalación de aplicación móvil

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
▼ hoy (3)			
Meqbi.apk	16/05/2021 12:30 p. m.	Archivo APK	4.864 KB

Fuente: Elaboración propia

Para la instalación del aplicativo móvil en un teléfono se debe tener un sistema operativo móvil (Android 7.0. en adelante) y conexión a internet móvil para el uso del aplicativo. Para este proceso se debe pasar el APK de instalación al dispositivo móvil. Al tener el APK del instalador de la aplicación en el teléfono, se procede a iniciar la instalación. Haciendo clic sobre APK para iniciar la instalación del aplicativo.

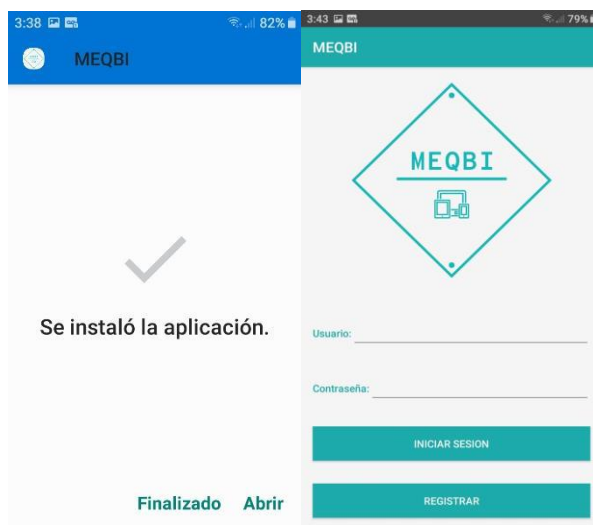
Figure 3. instalación de aplicación móvil



Fuente: Elaboración propia

Al terminar la instalación se mostrará la opción de abrir la aplicación en el teléfono, el cual se confirma con el inicio de la aplicación.

Figure 4.Instalación Aplicación Móvil

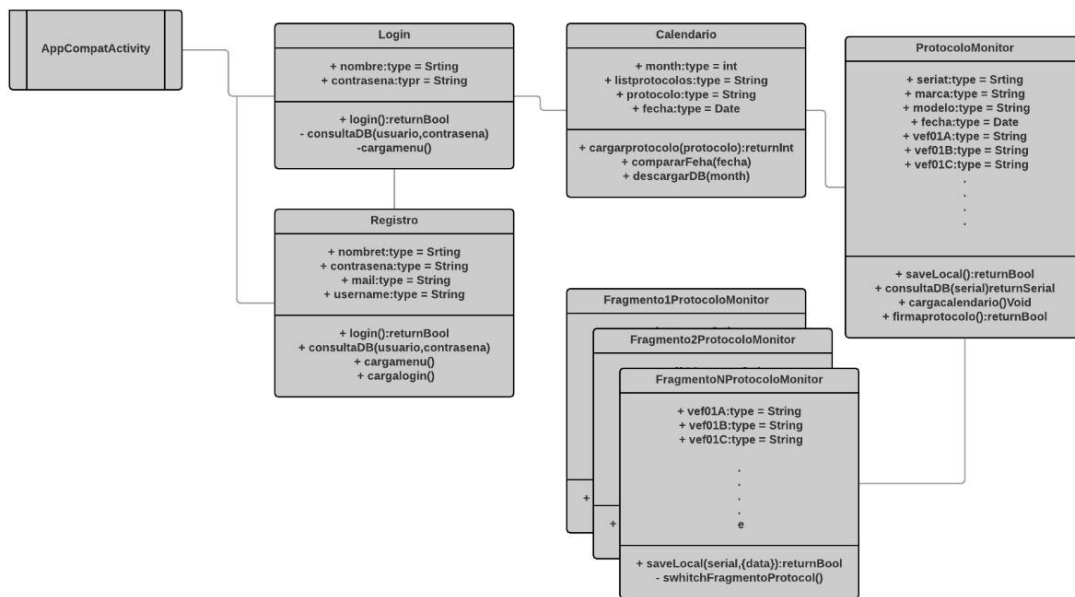


Fuente: Elaboración propia

## Modelo de clases

Figure 5.modelo de clases simplificado

### DIAGRAMA DE CLASES SIMPLIFICADO

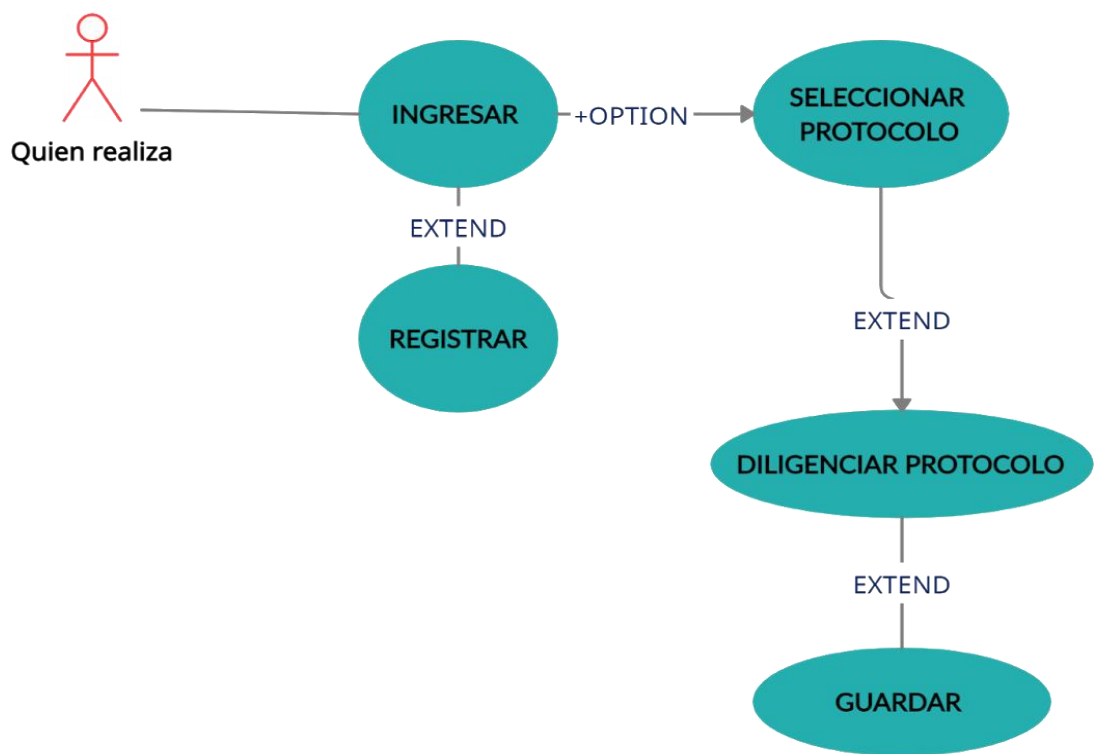


Fuente: Elaboración propia

## Diagrama de casos de uso

- Aplicación móvil

Figure 6. Diagrama de casos de uso Aplicación móvil



Fuente: Elaboración propia

RF- 01	Ingresar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Comparar mis datos con los datos asociados en la base de datos si el sistema tiene mis datos registrados me dejara consultar los protocolos.	
<b>Descripción</b>	Para acceder a ingresar el usuario debe efectuar su registro con datos personales en el aplicativo, el cual será asociado a la base de datos.	
<b>Precondición</b>	Haber realizado el registro en el sistema	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	ingresar nombre de usuario y contraseña y presionar el botón ingresar.
	2	Comparar los datos con los de la base de datos, si los datos coinciden
	3	se carga el listado de protocolos
	4	si los datos no coinciden dar en el botón de registro
<b>Postcondición</b>	Consultar protocolos	
<b>Excepciones</b>	Que los datos no coincidan	
<b>Importancia</b>	Medio.	



RF- 02	Registrar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	recibir información del usuario y consignarla en la base de datos .	
<b>Descripción</b>	El usuario aporte datos personales: usuario, contraseñas, correo, cargo.	
<b>Precondición</b>	ingreso fallido , usuario no registrado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	digitar los datos personales: usuario, contraseñas, correo, cargo.
	2	presionas el botón registrar.
<b>Postcondición</b>	seleccionar protocolo	
<b>Excepciones</b>	si el usuario ya está registrado se retorna a la pantalla de ingreso	
<b>Importancia</b>	Media.	

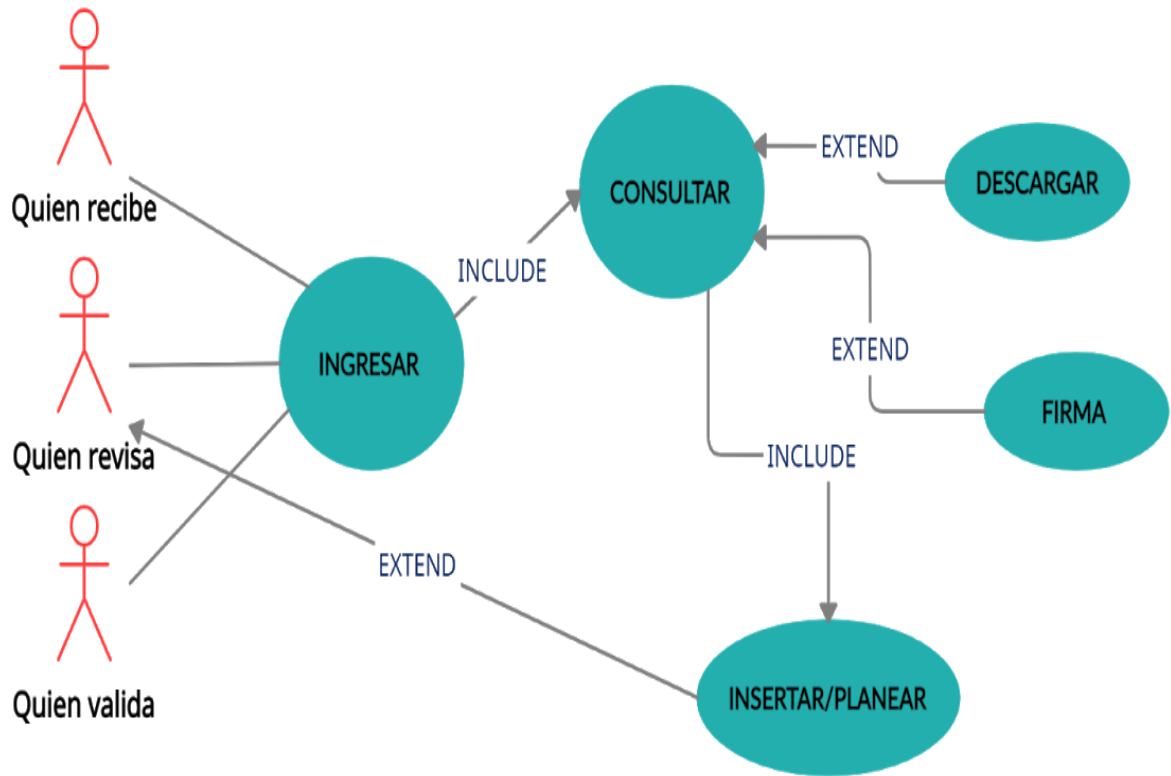
RF- 03	Seleccionar protocolos	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Mostrar en una vista de calendario los protocolos disponibles para ejecución en el mes	
<b>Descripción</b>	el usuario podrá acceder en la programación del mantenimiento siempre y cuando se le hayan habilitado	
<b>Precondición</b>	Que el usuario este habilitado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	le doy en el botón seleccionar protocolo luego recorro la lista de todos los protocolos
	2	diligenciar el protocolo siempre y cuando lo tenga habilitado
<b>Postcondición</b>	Diligenciamiento	
<b>Excepciones</b>	Si no está habilitado no tendrá acceso a los protocolos se cargaran vacíos.	
<b>Importancia</b>	Alta.	

RF- 04	Diligenciar Protocolo	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	documentar los resultados de la ejecución del protocolo del equipo biomédico.	
<b>Descripción</b>	Se presenta el formulario con todos los campos del protocolo seleccionado paginados en tabuladores del tamaño del contenedor de la pantalla del celular.	
<b>Precondición</b>	El usuario debe haber ingresado al sistema.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Diligenciar la pestaña correspondiente a Verificación de medidas de bioseguridad.
	2	Diligenciar la pestaña correspondiente a verificación de estado y funcionamiento y presionar el botón siguiente.
	3	Diligenciar la pestaña correspondiente a la verificación del mantenimiento y presionar el botón siguiente
	4	Diligenciar la pestaña correspondiente a la verificación de insumos y presionar el botón siguiente.
	5	Diligenciar la sección correspondiente a la sección de repuestos y presionar el botón siguiente.
6	Diligenciar las observaciones.	
<b>Postcondición</b>	almacenamiento de protocolo en la base de datos y firma por parte del operario	
<b>Excepciones</b>	el usuario cancela el procedimiento, si falla la conexión con la base de datos.	
<b>Importancia</b>	Alta	

RF- 05	Guardar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	almacenar la información almacenada en la base de datos de la nube	
<b>Descripción</b>	aparece una ventana emergente confirmando el envío de los datos el usuario puede presionar sí o no.	
<b>Precondición</b>	Todos los campos de guardado deben estar diligenciados sin excepciones.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	presionar el botón guardar
	2	en la ventana emergente presionar si o no
	3	si se presiona si se almacenan la información en la base de datos
	4	si se presiona no se regresa a la selección de protocolo
<b>Postcondición</b>		
<b>Excepciones</b>	el usuario cancela el procedimiento	
<b>Importancia</b>	Alto	

- **Aplicación google sheets**

Figure 7. Diagrama de casos de uso Aplicación Google sheets



Fuente: Elaboración propia

RF- 01	Ingresar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Revisar si los datos ingresados corresponden a los de un usuario registrado y autorizado	
<b>Descripción</b>	Para acceder a ingresar el usuario debe estar registrado en el sistema. Debe ser un usuario registrado y autorizado	
<b>Precondición</b>	estar registrado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Acceder a través del link a la interfaz
	2	Autorizar el ingreso a través de la cuenta asociada de google
	3	si el usuario corresponde a un usuario autorizado se carga el libro con los protocolos
4	si los datos no coinciden volver a ingresar	
<b>Postcondición</b>	pasar a consultar	
<b>Excepciones</b>		
<b>Importancia</b>	Medio.	

RF- 02	Consultar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	recorrer los protocolos del plan de mantenimiento y seleccionar el protocolo de interés	
<b>Descripción</b>	Se presenta una interfaz construida en un libro de google sheets repartida en hojas donde cada una corresponde a un equipo biomédico etiquetada con el nombre del equipo y su serial.	
<b>Precondición</b>	haber ingresado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	utilizar las flechas de desplazamiento en la parte inferior de la interfaz para recorrer el listado de las hojas del libro
	2	hacer click sobre la pestaña del libro que se desea consultar
<b>Postcondición</b>		
<b>Excepciones</b>	Si no protocolos o alguno no carga	
<b>Importancia</b>	Medio.	

RF- 03	Descargar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	realizar una consulta en la base de datos MySQL de la información registrada como protocolo en la tabla correspondiente al equipo biomédico y cargarla en la plantilla respectiva en google sheets.	
<b>Descripción</b>	al presionar el botón descargar se establece una conexión a través de app script con la base de datos de MySQL y se realiza una consulta que trae toda la información del protocolo consignada previamente a la hoja asociada.	
<b>Precondición</b>	haber ingresado y consultado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Presionar el botón descargar.
<b>Postcondición</b>		
<b>Excepciones</b>	Error con conexión a la base de datos	
<b>Importancia</b>	Media.	



RF- 04	Firmar	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	Bloquear el protocolo para su proceso de edición y auto-rellenar las casillas correspondientes a la firma según su rol.	
<b>Descripción</b>	Dentro de la hoja correspondiente al protocolo a firmar el usuario ubica la casilla correspondiente a la firma del periodo y presiona el botón llamado firmar, en la base de datos la condición de firma para ese periodo se modifica de no firmado a firmado .	
<b>Precondición</b>	para firmar debe haberse descargado	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	presionar el botón firmar correspondiente al periodo de tiempo recibido
<b>Postcondición</b>		
<b>Excepciones</b>	Que el protocolo no haya sido firmado previamente y que no haya sido diligenciado desde la aplicación.	
<b>Importancia</b>	Alta.	

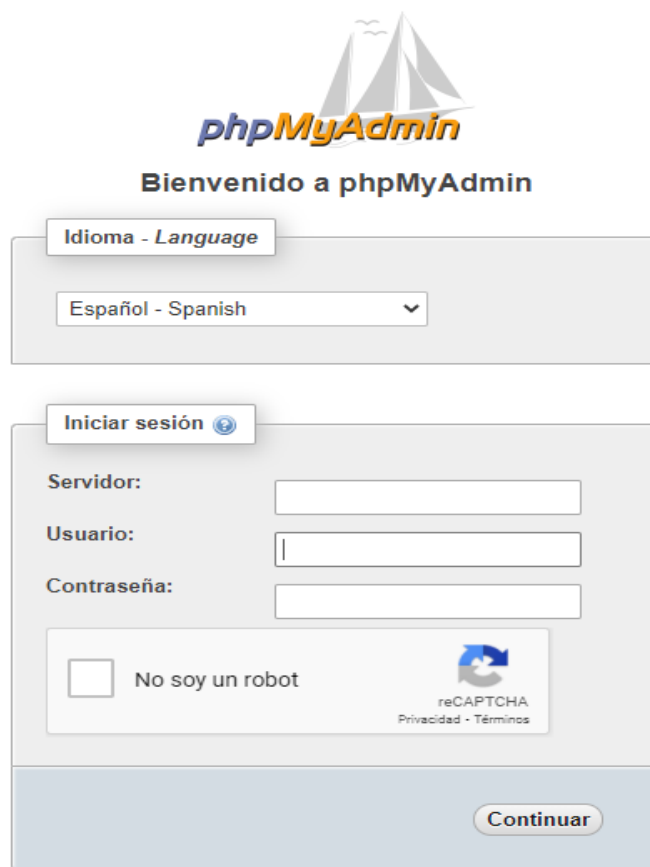
RF- 05	Insertar / planear	
<b>Autora</b>	Sebastian Zambrano Calvache ,Danna Valeria Quirama	
<b>Objetivos Asociados</b>	<p>Establecer la planeación de mantenimiento anual con la creación de los protocolos asociados a cada dispositivo biomédico.</p> <p>Insertar protocolos extemporáneos</p>	
<b>Descripción</b>	<p>En esta interfaz se diligencia un formulario donde se selecciona una plantilla de protocolo se llenan los datos del instrumento a partir de su hoja de vida y se le asigna un responsable. con esta información se crea la hoja correspondiente al protocolo y en la base de datos MySQL se crea la tabla correspondiente.</p>	
<b>Precondición</b>	El usuario debe haber ingresado.	
<b>Secuencia normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Seleccionar del menú desplegable la plantilla del protocolo a insertar.
	2	Diligenciar los pasos correspondientes a: serial modelo, marca, In/Act.
	3	Seleccionar del menú desplegable el mes inicial asignado.
	4	Seleccionar del menú desplegable el encargado del mantenimiento del equipo.
	5	Diligenciar los campos correspondientes a: cargo, servicio y periodicidad.
	6	Presionar el botón insertar.
<b>Postcondición</b>	verificación del registro de información en la base de datos	
<b>Excepciones</b>	Que ya exista un protocolo creado con ese nombre, que ya exista la tabla en la base de datos.	

<b>Importancia</b>	Alta
--------------------	------

## Acceso a la base de datos

Para ingresar a la base de datos se debe acceder a la plataforma de phpMyAdmin, por medio del enlace <http://www.phpmyadmin.co/> donde se debe ingresar servidor, usuario y contraseña .

Figure 8. Acceso phpMyAdmin



**phpMyAdmin**

**Bienvenido a phpMyAdmin**

Idioma - Language

Español - Spanish

Iniciar sesión

Servidor:

Usuario:

Contraseña:

No soy un robot

reCAPTCHA  
Privacidad - Términos

Continuar

Fuente: Elaboración propia

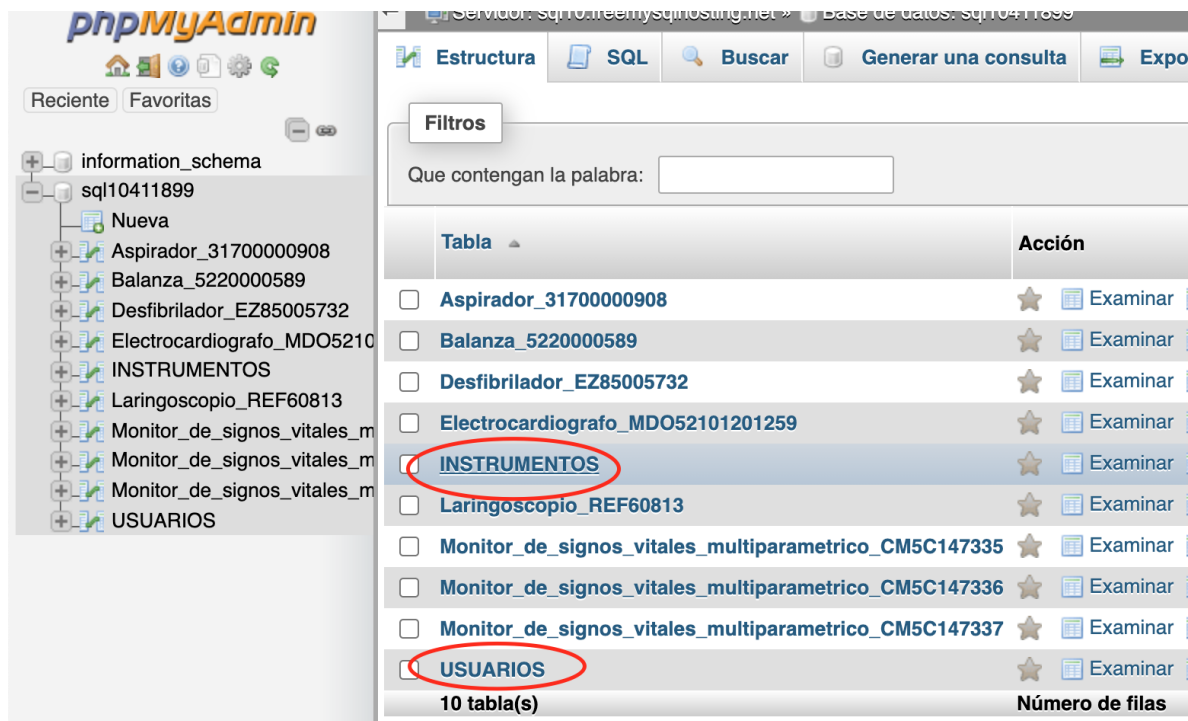
una vez se ingresa a la interfaz se puede apreciar las bases de datos y las tablas que la componen.

La base de datos creada para el almacenamiento de datos de la aplicación y su consulta posterior desde Google Sheets, no es relacional. Sin embargo es dinámica ya que las tablas para los protocolos se crean y se destruyen según requerimientos del plan de mantenimiento anual o inclusión o exclusión atemporal de equipos por compra o baja de los mismos.

Dentro de la estructura de las tablas, dos de ellas son fijas:

1. INSTRUMENTOS
2. USUARIOS

Figure 9. Base de datos



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database. On the left, a tree view shows the database structure under 'sql10411899', with 'INSTRUMENTOS' and 'USUARIOS' highlighted. The main panel displays a table list with columns 'Tabla' and 'Acción'. The table 'INSTRUMENTOS' is highlighted in blue, and 'USUARIOS' is also highlighted. A search filter is visible at the top of the table list.

Tabla	Acción
<input type="checkbox"/> Aspirador_3170000908	★ Examinar
<input type="checkbox"/> Balanza_5220000589	★ Examinar
<input type="checkbox"/> Desfibrilador_EZ85005732	★ Examinar
<input type="checkbox"/> Electrocardiografo_MDO5210	★ Examinar
<input type="checkbox"/> <b>INSTRUMENTOS</b>	★ Examinar
<input type="checkbox"/> Laringoscopio_REF60813	★ Examinar
<input type="checkbox"/> Monitor_de_signos_vitales_multiparametrico_CM5C147335	★ Examinar
<input type="checkbox"/> Monitor_de_signos_vitales_multiparametrico_CM5C147336	★ Examinar
<input type="checkbox"/> Monitor_de_signos_vitales_multiparametrico_CM5C147337	★ Examinar
<input type="checkbox"/> <b>USUARIOS</b>	★ Examinar
<b>10 tabla(s)</b>	<b>Número de filas</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla de instrumentos se actualiza cada vez que se crea un protocolo por inserción en la interfaz de escritorio de Google Sheets. En esta tabla se almacena el nombre del instrumento que incluye su número de serie, el encargado de la ejecución de sus protocolos, el mes en el que inicia su ciclo de mantenimiento y la frecuencia de dicho mantenimiento:

Figure 10. Base de Datos

The screenshot shows a database management interface with a table view for the 'INSTRUMENTOS' table. The table has columns for 'id', 'instrumento', 'encargado', 'mes', and 'frecuencia'. The data is as follows:

id	instrumento	encargado	mes	frecuencia
17	Balanza_5220000589	Felipe Rodriguez	Febrero	Trimestral
16	Desfibrilador_EZ85005732	Felipe Rodriguez	Enero	Trimestral
15	Laringoscopio_REF60813	Felipe Rodriguez	Enero	Trimestral
38	Monitor_de_signos_vitales_multiparametrico_CM5C147...	Felipe Rodriguez	Enero	Trimestral
39	Monitor_de_signos_vitales_multiparametrico_CM5C147...	Felipe Rodriguez	Enero	Trimestral
21	Aspirador_3170000908	Felipe Rodriguez	Febrero	Trimestral
40	Monitor_de_signos_vitales_multiparametrico_CM5C147...	Felipe Rodriguez	Enero	Trimestral

Fuente: Elaboración propia

En la tabla USUARIOS, se almacenan los usuarios que se registren a través de la app, con su respectivo correo electrónico, nombre de usuario, nombre completo, cargo y contraseña:

Figure 11. Base de Datos

The screenshot shows a database management interface with a table view for the 'USUARIOS' table. The table has columns for 'id', 'correo', 'nombre', 'cargo', 'usuario', and 'contrasena'. The data is as follows:

id	correo	nombre	cargo	usuario	contrasena
13	frodriguez@hslv.com	Felipe	Rodriguez	frodriguez	susates123
19	dquirama99@uan.edu.co	danna	ingeniero	dannaquirama	1234
20	oangulo@hosusana.gov.co	OSWALDO ANGULO VASQUEZ	TÁcnico BiomÁdico	delvheccio	zhp2V82IS*A@
22	dani.23@uan.edu.co	lopez	inge	jil	1234danna
23	antepa.92@hotmail.com	AndrÁs Felipe pabon	ingeniero biomÁdico	AndrÁs pabon	12345
24	jvelazquez34@gmail.com	Gabriela	ingenierÁa biomÁdica	Gaby	12345

Fuente: Elaboración propia

Las tablas para cada uno de los instrumentos son de 1 sola fila y en ella se extienden todos los campos correspondientes a su protocolo. Esta tabla es modificada durante la ejecución del protocolo por parte del usuario desde la App móvil y también en el proceso de firmas en la aplicación de escritorio. Esta tabla es consultada para desplegar la información consignada por la App móvil, desde la interfaz de los protocolos en Google Sheets:

Figure 12.Base de Datos

The screenshot shows a database management interface with a tree view on the left and a query result table on the right. The tree view includes folders like 'Nueva', 'Aspirador\_3170000908', 'Balanza\_5220000589', 'Desfibrilador\_EZ85005732', 'Electrocardiografo\_MDO5210', 'INSTRUMENTOS', 'Laringoscopio\_REF60813', 'Monitor\_de\_signos\_vitales\_m', 'Monitor\_de\_signos\_vitales\_m', 'Monitor\_de\_signos\_vitales\_m', and 'USUARIOS'. The main area displays a SQL query: 'SELECT \* FROM `Monitor\_de\_signos\_vitales\_multiparametrico\_CM5C147336`'. Below the query, there are options to 'Perfileando', 'Editar en línea', 'Editar', 'Explicar SQL', 'Crear código PHP', and 'Actualizar'. A table with 12 columns is shown: 'id', 'fecha01', 'fecha02', 'fecha03', 'fecha4', 'marca', 'serie', 'inv\_act', 'modelo', 't\_est', 'vbs01a', and 'vbs02a'. The table contains one row of data: '0', 'NULL', '2021-06-01', 'NULL', 'NULL', 'MINDRAY', 'CM5C147336', '123', 'BENEVIEW T5', 'Trimestral', 'NULL', 'NULL'. Below the table, there are options to 'Mostrar todo', 'Número de filas: 25', and 'Filtrar filas: Buscar en esta tabla'. At the bottom, there are options to 'Operaciones sobre los resultados de la consulta', 'Imprimir', 'Copiar al portapapeles', 'Exportar', 'Mostrar gráfico', and 'Crear vista'.

id	fecha01	fecha02	fecha03	fecha4	marca	serie	inv_act	modelo	t_est	vbs01a	vbs02a
0	NULL	2021-06-01	NULL	NULL	MINDRAY	CM5C147336	123	BENEVIEW T5	Trimestral	NULL	NULL

Fuente: Elaboración propia

## Interfaz del plan de mantenimiento anual

En esta interfaz se construyó una herramienta para complementar el desarrollo de nuestra aplicación ya que era necesario crear un ambiente en el cual el encargado del plan de mantenimiento anual (Ingeniero clínico - IC) del HSLV sea el encargado de adicionar equipos nuevos con sus respectivas características como: serie, modelo, Marca y su estado activo, a su vez también esta herramienta le permitirá asignar los equipos, la periodicidad de los mantenimientos y el servicios a cada uno de los ingenieros que se encuentren dentro del plan de mantenimiento anual, esta interfaz también permite observar el resultado final de cada uno de los protocolo diligenciados y finalmente una vez el IC haya leído y comprobado que todo está bien este dará su recibido y se finaliza todo el proceso.

## Interfaz del plan de mantenimiento anual

Figure 13. Interfaz del plan de mantenimiento anual

The image shows a Google Sheets spreadsheet with a form titled "INSERTAR PROTOCOLO" overlaid on it. The form is used to create a maintenance protocol. It contains the following fields and values:

Field	Value
Seleccione una plantilla:	Monitor_de_signos_vitales_basico
Serial:	CC-09115152
Modelo:	CF435
Marca:	Lecther
Inv/Act:	1234566ASR
Mes asignado:	Mayo
Encargado:	Felipe Rodriguez
Cargo:	Ingeniero Clínico
Servicio:	UCI Pediátrica
Periodicidad:	Trimestral

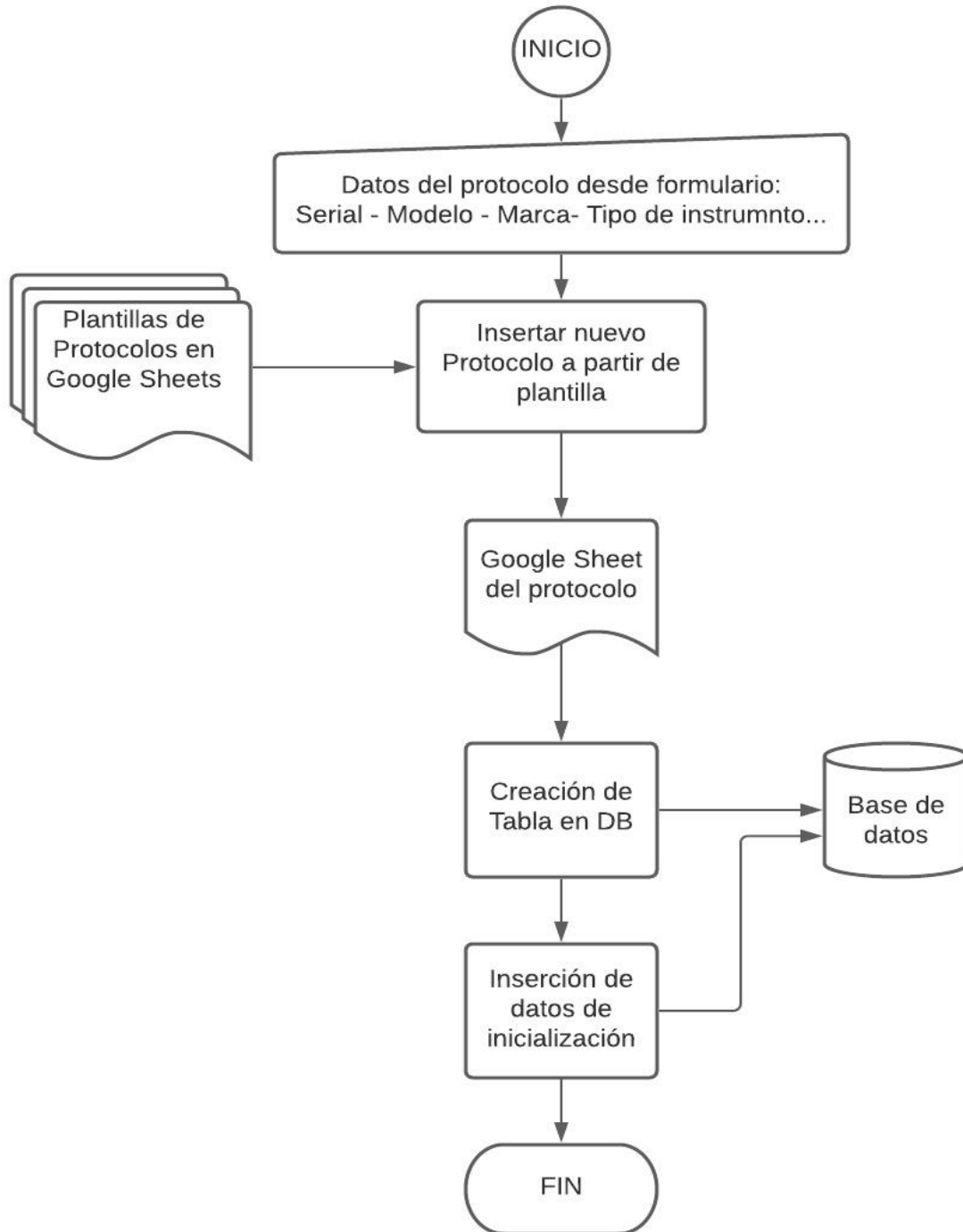
At the bottom of the form is a green button labeled "INSERTAR". The spreadsheet background shows columns A through O and rows 1 through 27. The spreadsheet title is "Protocolos" and the current sheet is "Trimestral".

Fuente: Elaboración propia

Esta segunda interfaz se concibe originalmente como una hoja denominada "insertar", desde la cual se generan todas las demás hojas correspondientes a cada uno de los instrumentos para el plan de mantenimiento. En esta interfaz se implementa un desarrollo de código sobre la herramienta Google App Script:

## Editor de secuencia de comandos

Figure 14. Editor de secuencia de comandos



Fuente: Elaboración propia



En este editor de secuencia de comandos se implementa la lógica necesaria para crear una hoja con el protocolo de mantenimiento de cada uno de los instrumentos biomédicos que conformarán el plan de mantenimiento anual. A través de menús desplegables se selecciona: la plantilla de protocolo, El mes definido para su ejecución y el responsable encargado. También se diligencian los campos correspondientes al serial, modelo, marca, inventario/activo, cargo, servicio y periodicidad. Estos campos se diligencian a partir de la hoja de vida del instrumento:

## Instrumento

Figure 15. Instrumento

The screenshot shows a web application interface for inserting a protocol. The interface is titled "INSERTAR PROTOCOLO" and is displayed within a spreadsheet-like environment. The main form contains the following elements:

- Seleccione una plantilla:** A dropdown menu with "Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico" selected.
- Serial:** A list of instrument types: Aspirador, Balanza, Desfibrilador, Electrocardiografo, Equipo.de.organos.de.los.sentidos, Laringoscopio, Regulador.de.vacio, Tensalometro.aneroides, Termohigrometro, Termometro, Unidad.de.calentamiento, Ventilador.de.transporte, Monitor.de.indice.biespectral, Monitor.de.signos.vitales.multiparametrico, and Monitor.de.signos.vitales.basico.
- Modelo:** A list of instrument types: Aspirador, Balanza, Desfibrilador, Electrocardiografo, Equipo.de.organos.de.los.sentidos, Laringoscopio, Regulador.de.vacio, Tensalometro.aneroides, Termohigrometro, Termometro, Unidad.de.calentamiento, Ventilador.de.transporte, Monitor.de.indice.biespectral, Monitor.de.signos.vitales.multiparametrico, and Monitor.de.signos.vitales.basico.
- Marca:** A list of instrument types: Aspirador, Balanza, Desfibrilador, Electrocardiografo, Equipo.de.organos.de.los.sentidos, Laringoscopio, Regulador.de.vacio, Tensalometro.aneroides, Termohigrometro, Termometro, Unidad.de.calentamiento, Ventilador.de.transporte, Monitor.de.indice.biespectral, Monitor.de.signos.vitales.multiparametrico, and Monitor.de.signos.vitales.basico.
- Inv/Act:** A list of instrument types: Aspirador, Balanza, Desfibrilador, Electrocardiografo, Equipo.de.organos.de.los.sentidos, Laringoscopio, Regulador.de.vacio, Tensalometro.aneroides, Termohigrometro, Termometro, Unidad.de.calentamiento, Ventilador.de.transporte, Monitor.de.indice.biespectral, Monitor.de.signos.vitales.multiparametrico, and Monitor.de.signos.vitales.basico.
- Mes asignado:** A dropdown menu with "Mayo" selected.
- Encargado:** A dropdown menu with "Felipe Rodriguez" selected.
- Cargo:** An empty input field.
- Servicio:** An empty input field.
- Periodicidad:** An empty input field.
- INSERTAR:** A green button to submit the form.

The interface also includes a menu bar with options like "Archivo", "Editar", "Ver", "Insertar", "Formato", "Datos", "Herramientas", "Complementos", and "Ayuda". The status bar at the bottom shows the current instrument being edited: "Aspirador\_31700000908", "Balanza\_5220000589", "Desfibrilador\_EZ85005732", and "Electrocardiografo\_MDO5210120125".

Fuente: Elaboración propia

Figure 16. Instrumento

Protocolos

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda La última modificación se realizó hace unos segundos.

100% \$ % 0.00 123 Predetermi... 12 B I A

J6:L7 fx Mayo

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

**INSERTAR PROTOCOLO**

Seleccione una plantilla: Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico

Serial: CC-09115152

Modelo:

Marca:

Inv/Act:

Mes asignado: Mayo

Encargado: Enero  
Febrero  
Marzo  
Abril  
Mayo  
Junio  
Julio  
Agosto  
Septiembre  
Octubre  
Noviembre  
Diciembre

Cargo:

Servicio:

Periodicidad:

Aspirador\_31700000908 Balanza\_5220000589 Desfibrilador\_EZ85005732 Electrocardiografo\_MDO5210120125

Fuente: Elaboración propia

Figure 17. Instrumento

Protocolos

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda La última modificación se realizó hace 2 minutos.

100% \$ % 0.00 123 Predetermi... 12 B I A

J9:L10 fx Felipe Rodriguez

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

**INSERTAR PROTOCOLO**

Seleccione una plantilla: Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico

Serial: CC-09115152

Modelo:

Marca:

Inv/Act:

Mes asignado: Mayo

Encargado: Felipe Rodriguez

Cargo: Sebastian Zambrano  
Dana Valeria Quirama

Servicio:

Periodicidad:

INSERTAR

Aspirador\_31700000908 Balanza\_5220000589 Desfibrilador\_EZ85005732 Electrocardiografo\_MDO5210120125

Fuente: Elaboración propia

Una vez terminado el diligenciamiento del formulario se presiona el botón "insertar" con lo cual se disparan cinco eventos:

1. Se crea una hoja como copia de la plantilla del protocolo de ese instrumento y nombrada con el número de serie del mismo al final del libro.

## Formulario

Figure 18. Formulario

The screenshot shows a web form titled "INSERTAR PROTOCOLO" with the following fields and values:

Field	Value
Seleccione una plantilla:	Monitor_de_signos_vitales_basico
Serial:	CC-09115152
Modelo:	CF435
Marca:	Lecther
Inv/Act:	1234566ASR
Mes asignado:	Mayo
Encargado:	Felipe Rodriguez
Cargo:	Ingeniero Clínico
Servicio:	UCI Pediátrica
Periodicidad:	Trimestral

At the bottom right of the form is a green button labeled "INSERTAR".

Below the form, a browser tab is visible with the URL "Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico\_CM6114768" and a dropdown menu showing "Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico\_CC-09115152", which is circled in red.

Fuente: Elaboración propia

podemos observar el protocolo de mantenimiento preventivo de un equipo biomédico donde se verá reflejado la recolección de información final por parte del operario una vez esta sea descargada sobre esta hoja de cálculo el IC será el encargado de verificar la información, y finalmente terminaron este proceso.




# Protocolos

Figure 19. Protocolo

Protocolos ☆ 📁 ☁

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda La última modificación la realizó Juan Manu...

100% \$ % .0 .00 123 Calibri 10 B I S A

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
 		<b>HOSPITAL SUSANA LÓPEZ DE VALENCIA E.S.E.</b> <b>REPORTE DE SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>													
IDENTIFICACIÓN DEL PROTOCOLO:		SLV- SM – 02 – F01						CÓDIGO DEL EQUIPO:							
CÓDIGO DEL PRESTADOR:		NIT. 891501676-1						SERVICIO:							
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:		ES UN DISPOSITIVO QUE PERMITE DETECTAR, PROCESAR Y DESPLEGAR EN FORMA CONTINUA LOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DEL PACIENTE. CONSTA ADEMÁS DE UN SISTEMA DE ALARMAS QUE ALERTAN CUANDO EXISTE ALGUNA SITUACIÓN ADVERSA						UBICACIÓN:							
								MARCA:							
NOMBRE:		MONITOR DE SIGNOS VITALES						SERIE:							
MODELO:								INV/ACTIVO:							
CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA:		EQUIPO DE DIAGNÓSTICO						CLASIFICACIÓN DEL RIESGO:							
FRECUENCIA:		TRIMESTRAL						TIEMPO ESTIMADO:							
PROCEDIMIENTOS															
LISTA DE CHEQUEO												FRECUENCIA: TRIMESTRAL			
Fecha de Mantenimiento (DD/MM/AA)												I	II	III	IV
												DD/MM/AA	DD/MM/AA	DD/MM/AA	DD/MM/AA

Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico\_CM61147683 Monitor\_de\_signos\_vitales\_basico\_CC-09115152

Fuente: Elaboración propia

2. Se crea una tabla en la base de datos de MySQL con el mismo nombre de la hoja en el libro.

## Base de datos de MySQL

Figure 20. Fragmento código MySQL

```
switch (name[0][0]) {
  case "Aspirador":
    stmt.execute('CREATE TABLE ' + finalname + '(id INT(11) PRIMARY KEY, fecha01 DATE, fecha02 DATE, fecha03 DATE, marca TEXT, serie TEXT,
    inv_act TEXT, modelo TEXT, t_est TEXT, vbs01A TEXT, vbs02A TEXT, vbs01B TEXT, vbs02B TEXT, vbs01C TEXT, vbs02C TEXT, vef01A TEXT, vef02A TEXT,
    vef03A TEXT, vef04A TEXT, vef05A TEXT, vef06A TEXT, vef07A TEXT, vef08A TEXT, vef09A TEXT, vef10A TEXT, vef11A TEXT, vef12A TEXT,
    vef13A TEXT, vef01B TEXT, vef02B TEXT, vef03B TEXT, vef04B TEXT, vef05B TEXT, vef06B TEXT, vef07B TEXT, vef08B TEXT, vef09B TEXT, vef10B
    TEXT, vef11B TEXT, vef12B TEXT, vef13B TEXT, vef01C TEXT, vef02C TEXT, vef03C TEXT, vef04C TEXT, vef05C TEXT, vef06C TEXT, vef07C TEXT, vef10B
    TEXT, vef08C TEXT, vef09C TEXT, vef10C TEXT, vef11C TEXT, vef12C TEXT, vef13C TEXT, m01A TEXT, m02A TEXT, m03A TEXT, m04A TEXT, m05A TEXT,
    m01B TEXT, m02B TEXT, m03B TEXT, m04B TEXT, m05B TEXT, m01C TEXT, m02C TEXT, m03C TEXT, m04C TEXT, m05C TEXT, i01A TEXT, i02A TEXT,
    i03A TEXT, i04A TEXT, i01B TEXT, i02B TEXT, i03B TEXT, i04B TEXT, i01C TEXT, i02C TEXT, i03C TEXT, i04C TEXT, r01A TEXT, r02A TEXT,
    r03A TEXT, r01B TEXT, r02B TEXT, r03B TEXT, r01C TEXT, r02C TEXT, r03C TEXT, obsA TEXT, obsB TEXT, obsC TEXT, servicio TEXT, mes_asignado
    TEXT, encargado TEXT, cargo TEXT, firmado01 TEXT, firmado02 TEXT, firmado03 TEXT)');
```

Fuente: Elaboración propia

3. Se ejecuta una consulta para insertar la información correspondiente a la información del equipo capturada en el formulario.

## Consulta

Figure 21. Fragmento código de consulta en MySQL

```
var sql2 = "INSERT INTO " + finalname + "(id, serie, modelo, marca, inv_act, servicio, mes_asignado, encargado, cargo, t_est, firmado01,
firmado2, firmado03) VALUES ('0', '" + serial + "', '" + modelo + "', '" + marca + "', '" + inv_act + "', '" + servicio + "', '" + mes_asignado +
"', '" + encargado + "', '" + cargo + "', '" + t_est + "', 'NO', 'NO', 'NO')";
stmt.executeUpdate(sql2, 1);
```

Fuente: Elaboración propia

4. Se ejecuta una consulta para insertar el instrumento, el encargado, mes de inicio, periodicidad, así como un nuevo registro de la tabla denominada "INSTRUMENTOS" en la base de datos de MySQL.

## Instrumento

Figure 22. Fragmento código instrumento MySQL

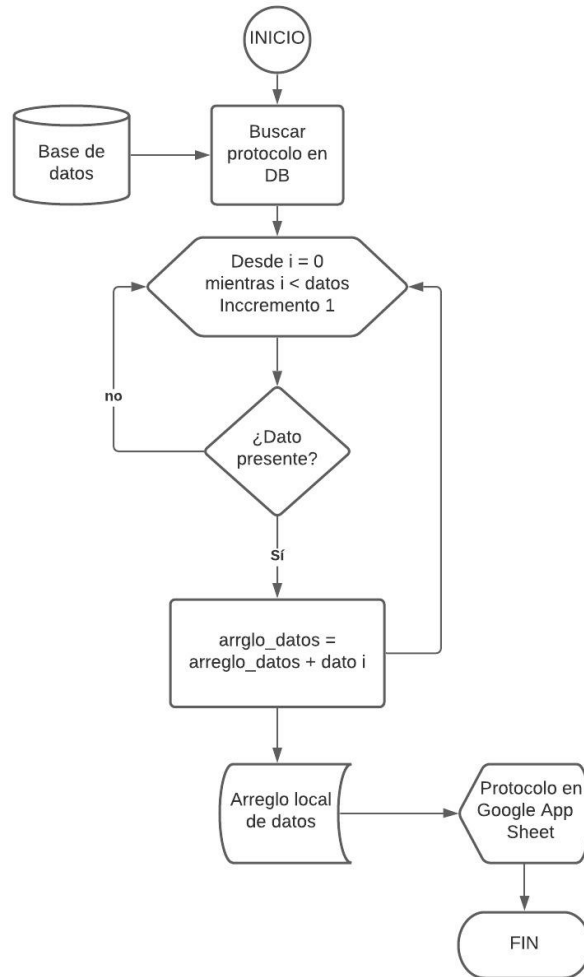
```
var sql3 = "INSERT INTO INSTRUMENTOS (instrumento, encargado, mes, frecuencia) VALUES ('" + finalname + "', '" + encargado + "', '" +
mes_asignado + "', '" + t_est + "')";
stmt.executeUpdate(sql3, 1);
break;
```

Fuente: Elaboración propia

5. Se asignan las direcciones de las celdas a los campos correspondientes dentro de la tabla del instrumento en la base de datos de MySQL.

## Direcciones de las celdas

Figure 23.diagrama dirección de Celdas

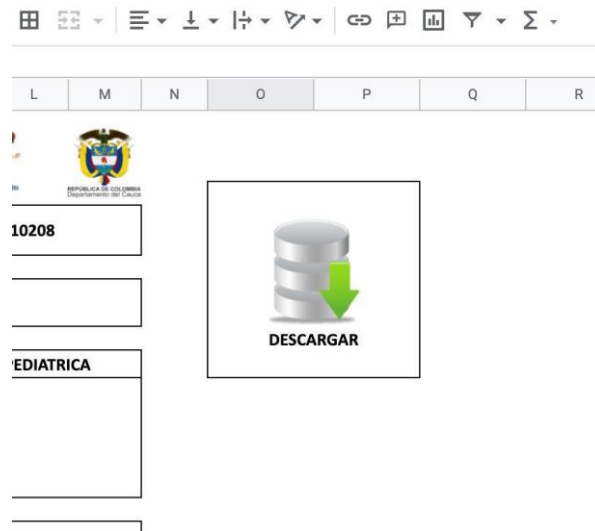


Fuente: Elaboración propia

Dentro de cada una de las plantillas asignadas se ha puesto un botón asociado a un fragmento de código que realiza una consulta sobre la base de datos del instrumento y descarga la información al protocolo del instrumento.

## Botón asociado a un fragmento de código que realiza una consulta

Figure 24. Boton descarga



Fuente: Elaboración propia

La información consignada en el protocolo podrá ser borrada o alterada en cualquier momento, pero al ejecutar este comando se descarga la información consignada en la base de datos de MySQL la cual solo puede ser modificada desde la aplicación móvil. La ejecución de este comando es obligatoria antes de la ejecución de cualquier proceso de firma.

En la parte inferior del protocolo se encuentra el espacio acondicionado para el proceso de firma, el cual tiene 4 responsables:

1. Operario, quien firma al entregar el documento.
2. Quien recibe y firma la recepción del documento.
3. Quien revisa y firma el documento.
4. Quién avala, firma el documento y cierra el protocolo.

En la implementación desarrollada sobre las hojas de cálculo de Google, el proceso de entrega desde la aplicación móvil constituye la primera firma correspondiente al ingeniero biomédico encargado del mantenimiento (operario) y se disponen tres botones correspondientes a la firma de cada uno de los tres siguientes roles: enfermero jefe de

turno, ingeniero clínico, ingeniero clínico que deberán de ejecutarse en estricto orden para poder finalizar con el proceso:

## Protocolos

Figure 25. Firmas protocolo de mantenimiento

Protocolos ☆ @ ☰

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Complementos Ayuda Última modificación hace 24 minutos

100% \$ % .0 .00 123 Calibri 10 B I A

		TRIMESTRAL			
		I	II	III	IV
		QUIEN REALIZA			
177	FIRMA		Oswaldo Angulo		
178	NOMBRE		Oswaldo Angulo		
179	CARGO		INGENIERO CLÍNICO		
180	FECHA		6/1/2021		
		RECIBIDO A SATISFACCION			
183	FIRMA				
184	NOMBRE		diana		
185	CARGO		enfermera jefe		
186	FECHA				
		RECIBIDO A SATISFACCION			
189	FIRMA		Fulano de Tal		
190	NOMBRE		Fulano de Tal		
191	CARGO		Ingeniero de Tal		
192	FECHA		06/01/2021		
193	Vo.Bo Profesional mantenimiento	✓	✓	✓	✓
		RECIBIDO A SATISFACCION			
196	FIRMA		Sutano de Tal		
197	NOMBRE		Sutano de Tal		
198	CARGO		Ingeniero de Tal		
199	FECHA		06/01/2021		
200	Vo.Bo Profesional mantenimiento	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia